Abderhalden

ZEITSCHRIFT

FÜR

BIOLOGIE

VON

W. KÜHNE, O. Ö. PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE IN HEIDELBERG,

UND

C. VOIT, O. Ö. PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE IN MÜNCHEN.

XXXIX. Band. Neue Folge Band XXI.

4. Heft.

Inhalt.

MÜNCHEN UND LEIPZIG 1900.

DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG.

ARCHIV FÜR HYGIENE.

(Begründet von **Max v. Pettenkofer.**)

Unter Mitwirkung der namhaftesten Hygieniker

herausgegeben von

H. BUCHNER, J. FORSTER, M. GRUBER, FR. HOFMANN, M. RUBNER,

o. ö. Professoren der Hygiene und Directoren der hygienischen Institute an den Universitäten zu

MÜNCHEN STRASSBURG i. E. WIEN LEIPZIG BERLIN.

Preis für den Band von 4 Heften M. 15.—

Inhalt von Heft 1. XXXVII. Band.

Inhalt von Heft 2./3. XXXVII. Band.

ZEITSCHRIFT

FÜR

BIOLOGIE

VON

W. KÜHNE, UND C. VOIT,
O. Ö. PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE IN HEIDELBERG, O. Ö. PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE IN MÜNCHEN.

NEUE FOLGE: EINUNDZWANZIGSTER BAND.
DER GANZEN REIHE: NEUNUNDDREISSIGSTER BAND.

MÜNCHEN UND LEIPZIG
DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG.
1900.

Inhalt.

IA

Die Beziehungen des Eisens zur Blutbildung.

Von

Emil Abderhalden, cand. med.

(Aus dem Laboratorium des Herrn Professors G. v. Bunge in Basel.)

Aus den Resultaten der Arbeit »Assimilation des Eisens«[1]) geht hervor, dass das in anorganischer Form und das in Form von Hämoglobin und Hämatin dem Körper zugeführte Eisen sich in ihrer Einwirkung auf den Organismus unterscheiden. In ersterer Form hat das Eisen einen entschiedenen Einfluss auf die Wachsthumsgeschwindigkeit, in letzteren Verbindungen dagegen nicht. In beiden Formen beeinflusst das Eisen die Hämoglobinbildung. Ob diese Beeinflussung in beiden Fällen dieselbe ist, oder aber, ob das Eisen, je nach der Verbindung, in der es dem Körper zugeführt wird, verschieden wirkt, waren die Ueberlegungen, welche diese Arbeit zur Folge hatten. Als auffallendes Ergebniss der Versuche über die Assimilation des anorganischen Eisens hat sich herausgestellt, dass das Eisen in der genannten Form als Zusatz zu einer eisenreicheren Nahrung (Milch) eine grössere Wirkung entfaltet, als wenn dasselbe dem eisenärmeren Reis beigegeben wird. Diese scheinbar ganz paradoxe Erscheinung führte zu den folgenden Versuchsreihen.

I. Es wurde ein Theil der Thiere eines Wurfes mit Normalnahrung (Fleisch, Milch, Mandeln für die Ratten und Krauskohl

1) Diese Zeitschrift 1900, Bd. 39 Heft 2 S. 193.

und Milch für die übrigen Versuchsthiere) gefüttert. Der andere Theil erhielt ceteris paribus einen Zusatz von anorganischem Eisen. Zu diesen Versuchen wurden 8 Würfe Ratten mit 66 Individuen verwendet, ferner 2 Würfe Kaninchen mit 10 und 5 Würfe Meerschweinchen mit 14 Versuchsthieren.

II. Ein Theil der Thiere eines Wurfes erhielt wiederum Normalnahrung, der andere Theil ceteris paribus einen Zusatz von Hämatin. Diese Versuche wurden an 4 Würfen Ratten mit 36 Versuchsthieren ausgeführt.

Die im Folgenden mitgetheilten Versuche wurden in genau derselben Weise durchgeführt, wie die in der Arbeit über die Assimilation geschilderten. Dieselben Käfige fanden Verwendung. Auch hier wurde die Nahrungsaufnahme täglich bestimmt. Ebenso wurden alle zwei Tage Wägungen des Körpergewichtes vorgenommen. Auf die Veröffentlichung der die Nahrungsaufnahme enthaltenden Tabellen muss ich aus Mangel an Platz, einige Muster ausgenommen, verzichten. Die Tabellen über die Zunahme des Körpergewichtes sind allen Versuchen beigegeben, weil sich aus ihnen ein Hauptresultat dieser Untersuchungen ergibt. Die Nahrungsaufnahme war bei beiden Versuchsreihen dieselbe.

A. Einfluss des per os in kleiner Dosis eingeführten anorganischen Eisens auf die Blutbildung.

Zur Entscheidung der Frage nach dem Einfluss des anorganischen Eisens auf die Blutbildung wurden Versuche an Ratten, Kaninchen und Meerschweinchen ausgeführt. In allen Fällen wurde das Eisen (Eisenchloridlösung) in Milch verabreicht. Dieselbe wurde von allen Versuchsthieren anstandslos aufgenommen, einzig die Kaninchen und Meerschweinchen setzten der Aufnahme am Anfang der Versuche Schwierigkeiten entgegen.

I. Versuche an Ratten.

In allen Versuchen bestand die Normalnahrung aus Fleisch, Mandeln und Milch. Die Eisendosis, welche in 10 ccm Milch verabfolgt wurde, betrug mit Ansnahme der zweiten Hälfte des

Versuches VIII durchweg 0,5 mg pro Thier und pro die. Mit Ausnahme von Versuch II und IV dienten Albinos als Versuchsthiere. Zu den genannten Versuchen wurden Bastarde eines Albino-Männchens und eines schwarzweissgefleckten Weibchens verwendet.

Wurf I: Geburt: 23. X. 1898. Isolirung: 15. XI. 1898. Tödtung: 7. I. 1899. No. I—V erhielten reine Normalnahrung, No. VI—X ceteris paribus 0,5 mg Eisen. Die vorgesetzte Nahrung bestand:

vom	15. XI.	bis	20. XI.	in	10 ccm	Milch,	5 g	Fleisch	und	2 g Mandeln
»	21. XI.	»	27. XI.	»	10 »	»	5 »	»	»	2 » »
»	28. XI.	»	10. XII.	»	10 »	»	8 »	»	»	4 » »
»	11. XII.	»	7. I.	»	10 »	»	12 »	»	»	5 » »

Wurf II: Geburt: 27. XI. 1898. Isolirung: 19. XII. 1898. Tödtung: 17. I. 1899. No. I—IV erhielten Normalnahrung, No. V—IX ceteris paribus 0,5 mg Fe. Vorgesetzte Nahrung:

vom	19. XII.	bis	21. XII.	10 ccm	Milch,	5 g	Fleisch.		
»	22. XII.	»	25. XII.	10 »	»	5 »	»	und	4 g Mandeln
»	26. XII.	»	31. XII.	10 »	»	8 »	»	»	5 » »
»	1. I.	»	17. I.	10 »	»	10 »	»	»	5 » »

Wurf III: Geburt: 10. XII. 1898. Isolirung: 1. I. 1899. Tödtung: 28. I. 1899. No. A, B, C und D erhielten Normalnahrung, E, F, G und H ausserdem 0,5 mg Fe. Vorgesetzte Nahrung:

vom	1. I.	bis	2. I.	10 ccm	Milch,	3 g	Fleisch	und	2 g Mandeln
»	3. I.	»	6. I.	10 »	»	5 g	»	»	2 » »
»	7. I.	»	10. I.	10 »	»	5 »	»	»	5 » »
»	11. I.	»	14. I.	10 »	»	8 »	»	»	5 » »
»	15. I.	»	28. I.	10 »	»	10 »	»	»	5 » »

Wurf IV: Geburt: 12. I. 1899. Isolirung: 31. I. 1899. Tödtung: 20. II. 1899. A, B, C und D wurden mit Normalnahrung gefüttert, E, F, G und H ausserdem mit 0,5 mg Eisen. Vorgesetzte Nahrung:

vom	31. I.	bis	1. II.	10 ccm	Milch,	2 g	Fleisch.	
»	2. II.	»	7. II.	10 »	»	5 »	»	3 g Mandeln
»	8. II.	»	14. II.	10 »	»	8 »	»	5 » »
»	15. II.	»	20. II.	10 »	»	10 »	»	5 » »

Wurf V: Geburt: 10. I. 1899. Isolirung: 31. I. 1899. Tödtung: 21. II. 1899. No. I—IV wurden für Normalnahrung, No. V—VIII für Normalnahrung plus 0,5 mg Eisen bestimmt. Vorgesetzte Nahrung:

vom	31. I.	bis	4. II.	10 ccm	Milch,	5 g	Fleisch	und	2 g Mandeln
»	5. II.	»	10. II.	10 »	»	5 »	»	»	5 » »
»	11. II.	»	16. II.	10 »	»	8 »	»	»	5 » »
»	17. II.	»	21. II.	10 »	»	10 »	»	»	5 » »

Wurf VI.: Geburt: 12. I. 1899. Isolirung: 31. I. 1899. Tödtung: 23. II. 1899. No. I—IV erhielten Normalnahrung, No. V—VIII ceteris paribus 0,5 mg Eisen. Vorgesetzte Nahrung:

vom 1. II. bis 4. II. 10 ccm Milch, 5 g Fleisch und 3 g Mandeln
» 5. II. » 10. II. 10 » » 5 » » » 5 » »
» 11. II. » 16. II. 10 » » 8 » » » 5 » »
» 17. II. » 23. II. 10 » » 10 » » » 5 » »

Wurf VII: Geburt: 8. I. 1899. Isolirung: 31. I. 1899. Tödtung: 23. II. 1899. No. A, B und C erhielten Normalnahrung, D, E und F ausserdem 0,5 mg Eisen. Vorgesetzte Nahrung:
vom 31. I. bis 1. II. 10 ccm Milch
» 2. II. » 7. II. 10 » » 5 g Fleisch und 3 g Mandeln
» 8. II. » 16. II. 10 » » 8 » » » 5 » »
» 16. II. » 23. II. 10 » » 10 » » » 5 » »

Wurf VIII: Geburt: 17. II. 1899. Isolirung: 9. III. 1899. Tödtung: 1. IV. 1899. No. I—IV erhielten Normalnahrung, No. V—IX wurde zur selben Nahrung noch 0,5 mg Eisen hinzugefügt. Vorgesetzte Nahrung:
vom 9. III. bis 10. III. 10 ccm Milch
» 11. III. » 16. III. 10 » » 5 g Fleisch und 3 g Mandeln
» 17. III. » 21. III. 10 » » 8 » » » 5 » »
» 22. III. » 1. IV. 10 » » 10 » » » 5 » »

Die folgenden Tabellen enthalten eine Uebersicht über die erhaltenen Resultate. Ganz besonders mache ich auf die Tabellen aufmerksam, welche die Zunahme des Körpergewichtes der einzelnen Versuchsthiere wiedergeben.

Wurf I.

Nummer des Versuchsthieres	Geschlecht	Körpergewicht beim Beginn d. Versuches am 15. XI. 1898	Datum der Tödtung	Körpergewicht nach der Tödtung	Zunahme des Körpergewichts	Gewicht des Felles und Darmes	Körpergewicht — Fell u. Darm	Absolutes Gewicht des Hämoglobins im ganzen Thiere — Fell u. Darm	Hämoglobin auf 1000 g Körpergewicht berechnet
Ernährung mit Fleisch, Mandeln und Milch.									
I	♀	22,0	7. I. 1899	105,0	83,0	25,0	80,0	0,6166	7,70
II	♂	22,0	7. » »	98,0	76,0	20,0	78,0	0,6896	8,83
III	♂	24,0	7. » »	105,0	81,0	25,0	80,0	0,7017	8,77
IV	♂	26,0	7. » »	125,0	99,0	35,0	90,0	0,7000	7,77
V	♂	26,0	7. » »	98,0	72,0	20,0	78,0	0,6846	8,77
Ernährung mit Fleisch, Mandeln, Milch und 0,5 mg Eisen.									
VI	♂	26,0	7. I. 1899	100,0	74,0	25,0	75,0	0,7000	9,33
VII	♂	25,0	7. » »	105,0	80,0	25,0	80,0	0,7118	8,89
VIII	♂	24,0	7. » »	98,0	74,0	22,0	76,0	0,6818	8,97
IX	♀	23,0	7. » »	102,0	79,0	22,0	80,0	0,6153	7,69
X	♀	22,0	7. » »	98,0	76,0	20,0	78,0	0,7000	8,97

Tägliche Nahrungsaufnahme.

Nummer des Versuchsthieres		15.	16.	17.	18.	19.	20	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
		November																December									
I	Mi[1]	2	2	5	5	5	5	5	5	10	10	10	5	10	10	10	7	5	10	10	0	0	10	10	10	10	0 ccm
	Fl[2]	2	4	4	4	5	5	5	5	3	3	3	5	5	8	8	.8	8	8	6	6	6	6	6	8	5	5 g
	Ma[3]	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	.4	4	4	4	4	4	4 »
II	Mi	5	2	2	2	2	2	2	2	10	10	10	10	10	10	10	0	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10 ccm
	Fl	0	2	2	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	8	8	2	4	6	6	5	5	5	5	5	5	5 g
	Ma	0	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4 »
III	Mi	5	5	5	2	2	2	2	2	5	5	10	10	10	10	10	10	8	5	0	0	10	10	10	10	10	10 ccm
	Fl	2	2	5	5	5	5	4	2	2	0	4	5	5	8	2	8	8	8	8	8	8	6	5	0	0	0 g
	Ma	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	2	4	4 »
IV	Mi	5	5	5	5	5	5	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5	0	10	10	10	10	10	10	10 ccm
	Fl	2	2	2	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	8	5	8	5	8	8	8	8	8	8	8	8	8 g
	Ma	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	0	2	2	2	2	2	2	4 »
V	Mi	5	2	5	5	5	5	5	10	10	10	10	10	10	5	10	5	10	10	5	5	0	5	5	5	10	10 ccm
	Fl	1	2	5	2	2	2	2	2	2	2	5	5	5	4	8	2	5	4	8	8	8	8	5	5	0	8 g
	Ma	1	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	4	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4 »
VI	Mi	0	5	5	2	5	5	10	10	10	10	10	10	10	5	10	5	10	10	10	10	10	10	5	5	10	10 ccm
	Fl	2	2	2	2	2	5	5	5	5	5	5	5	5	4	8	0	5	8	5	5	2	5	5	5	8	8 g
	Ma	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	0	4	4	4	4	2	2	4	4 »
VII	Mi	5	0	5	5	5	5	10	5	5	5	10	10	10	10	10	5	10	10	10	10	10	5	5	5	10	10 ccm
	Fl	1	2	5	2	5	5	2	2	5	5	2	5	5	4	8	0	8	8	8	5	5	5	5	5	5	5 g
	Ma	1	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	0	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4 »
VIII	Mi	0	5	5	5	5	5	7	10	10	2	5	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10 ccm
	Fl	2	2	2	2	2	2	2	5	5	2	2	2	2	8	8	8	8	2	8	5	5	5	8	8	8	4 g
	Ma	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	0	4 »
IX	Mi	0	5	0	5	5	5	5	10	10	10	10	10	10	10	10	0	10	5	10	10	10	10	10	10	10	10 ccm
	Fl	2	2	2	0	2	5	0	5	5	2	5	2	2	8	8	0	0	2	8	4	5	5	5	8	8	8 g
	Ma	2	2	2	0	2	2	0	2	2	2	2	2	2	4	4	0	0	4	4	4	4	4	2	0	4	4 »
X	Mi	0	5	5	5	5	5	10	10	5	10	10	10	10	10	10	10	10	5	10	10	0	10	10	5	5	5 ccm
	Fl	2	0	2	0	5	5	5	5	5	2	2	5	5	4	4	8	8	5	8	8	0	8	5	0	0	8 g
	Ma	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	0	4	4	0	4	2	2	2	4 »

1) Mi = Milch (gekochte). 2) Fl = Fleisch (Pferdefleisch). 3) Ma = Mandeln (entschalte).

Nummer des Versuchsthieres		11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
		December																					Januar					
I	Mi	10	10	10	10	10	5	5	10	10	10	10	10	10	10	10	5	10	10	10	10	10	10	10	10	5	5	5 ccm
	Fl	2	5	5	12	10	10	5	5	5	5	5	5	5	2	12	10	5	10	10	12	12	12	12	10	5	5	5 g
	Ma	2	5	5	5	4	5	5	2	5	5	5	5	5	4	4	2	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5 »
II	Mi	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5	5	10	5	0	0	10	10 ccm
	Fl	2	5	6	8	10	12	12	12	5	10	12	12	12	5	10	12	12	12	12	12	12	12	10	10	0	10	12 g
	Ma	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0	5	5 »
III	Mi	10	10	10	5	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10 ccm
	Fl	5	5	5	5	5	5	12	12	12	10	12	10	12	0	5	5	12	10	10	10	10	12	12	12	12	12	5 g
	Ma	2	5	5	5	0	5	5	5	5	5	5	5	5	0	1	2	2	5	5	5	5	5	5	5	0	5	5 »
IV	Mi	10	10	10	10	10	10	0	0	5	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5	5	5	10	10 ccm
	Fl	5	5	12	12	10	8	12	12	12	12	0	10	10	5	5	12	12	12	5	5	5	5	12	5	12	12	5 g
	Ma	5	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	5	5	5	0	0	2	2	2	2	5	5	5 »
V	Mi	10	10	10	10	10	10	10	5	5	10	10	10	10	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10 ccm
	Fl	2	12	12	12	0	12	12	10	8	10	5	10	12	5	5	12	12	12	5	12	12	9	6	0	0	0	5 g
	Ma	5	5	5	5	0	5	5	4	5	5	5	4	5	5	1	5	5	5	0	2	5	5	5	5	5	5	5 »
VI	Mi	10	10	10	10	10	10	10	10	5	5	0	0	0	5	10	10	10	10	10	5	10	10	10	10	10	5	0 ccm
	Fl	12	12	12	8	0	5	5	5	5	12	12	12	12	5	10	5	5	8	2	12	12	12	12	2	5	0	12 g
	Ma	5	5	5	4	0	5	4	4	5	4	5	4	5	5	0	1	4	2	2	4	5	5	5	5	5	5	0 »
VII	Mi	10	10	10	10	10	10	10	10	5	10	10	10	10	5	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10 ccm
	Fl	2	5	12	12	2	5	5	5	5	10	12	12	12	10	10	5	5	8	0	2	12	12	12	5	0	0	0 g
	Ma	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5 »
VIII	Mi	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10 ccm
	Fl	4	5	12	10	2	12	5	5	0	12	12	5	5	12	12	12	10	6	2	2	12	12	12	12	8	8	12 g
	Ma	4	4	5	4	4	5	5	1	0	0	5	5	4	4	5	5	0	2	5	2	5	5	5	$2\frac{1}{2}$	5	3	2 »
IX	Mi	10	10	10	10	10	10	5	10	10	10	10	10	10	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5	5	10 ccm
	Fl	4	5	12	5	12	10	0	5	5	5	5	12	12	12	5	12	12	5	4	4	12	12	12	5	3	5	12 g
	Ma	5	4	5	5	5	5	5	$2\frac{1}{2}$	5	5	0	0	5	0	5	5	0	2	0	5	5	5	5	4	3	5	5 »
X	Mi	5	10	10	10	10	10	5	5	10	10	10	10	0	0	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10 ccm
	Fl	4	5	12	12	12	12	10	$10\frac{1}{2}$	5	12	12	10	12	5	5	12	0	12	6	6	12	12	12	8	7	10	12 g
	Ma	5	4	5	0	0	5	5	0	0	5	5	5	5	1	5	5	0	5	4	4	5	5	5	5	4	4	5 »

Zunahme des Körpergewichtes.

Nr. des Versuchs-thieres	15.	17.	19.	21.	23.	25.	27.	29.	1.	3.
	November								December	
I.	22,0	24,0	26,0	28,0	29,0	30,0	32,0	35,0	37,0	40,0
II.	22,0	23,0	25,0	28,0	31,5	32,0	34,0	37,0	40,5	41,5
III.	24,0	26,0	28,0	30,0	33,0	34,0	36,0	38,0	41,5	43,5
IV.	26,0	27,0	29,0	32,0	35,5	37,8	40,0	42,0	44,0	48,0
V.	26,0	27.0	30,0	32,5	31,0	36,0	39,0	41,5	43,5	45,8
VI.	26,0	27,0	30,0	33,0	35,7	39,0	41,0	47,0	**53,0**	55,0
VII.	25,0	26,0	28,0	31,0	34,0	38,0	40,0	44,5	49,5	**54,0**
VIII.	24,0	25,0	27,0	33,0	38,0	41,0	43,0	**48,0**	49,0	52,0
IX.	23,0	24,0	27,0	33,0	38,0	44,0	**46,5**	48,0	49,0	52,0
X.	22,0	26,0	30,0	32,0	34,0	36,0	38,0	40,5	42,5	**44,7**

Nr. des Versuchs-thieres	5.	7.	9.	11.	13.	15.	17.	19.	21.
	December								
I.	41,0	**44,0**	47,0	48,7	52,0	56,0	59,0	64,0	**67,0**
II.	43,0	*45,5*	48,0	49,0	54,0	58,0	63,0	**66,0**	70,0
III.	**48,0**	51,0	52,5	55,0	60,0	66,5	69,2	**73,4**	76,0
IV.	50,0	**53,5**	56,0	58,0	60,5	64,0	68,2	73,0	76,5
V.	47,0	50,0	**54,0**	56,0	57,2	57,9	59,0	58,5	63,2
VI.	57,0	60,0	61,0	62,0	64,0	66,0	68,5	69,2	69,0
VII.	56,0	58,0	60,0	62,0	64,0	68,0	70,2	74,0	**78,0**
VIII.	53,0	56,0	57,0	58,0	60,0	65,7	69,0	**72,5**	74,0
IX.	52,0	54,5	54,7	56,0	60,0	61,5	65,3	67,2	**69,7**
X.	48,0	50,0	53,5	54,0	58,0	60,0	**67,5**	69,2	70,0

Nr. des Versuchs-thieres	23.	25.	27.	29.	31.	2.	4.	6.	7.
	December					Januar			
I.	69,0	72,0	77,5	82,0	**89,0**	95,0	99,0	103,5	105,0
II.	72,0	74,5	76,2	77,8	80,5	85,0	**89,5**	96,5	98,0
III.	80,0	82,0	84,0	86,0	89,0	**96,0**	99,2	103,0	105,0
IV.	**82,0**	88,5	96,0	102,0	**109,5**	115,0	120,0	123,5	125,0
V.	68,5	72,5	**78,0**	83,5	87,2	90,0	94,5	97,5	98,0
VI.	70,0	75,0	76,0	75,7	**80,0**	86,5	90,0	96,5	100,0
VII.	84,0	85,0	86,0	88,0	89,2	90,0	96,4	**100,0**	105,0
VIII.	76,0	78,0	79,9	85,0	90,0	91,5	92,0	**96,5**	98,0
IX.	78,0	80,0	81,5	86,0	89,0	**92,5**	96,0	103,5	102,0
X.	72,0	74,0	76,0	81,5	86,0	**90,2**	94,5	100,0	98,0

Zahlenbelege.

In 20 ccm der zur colorimetrischen Vergleichung verwendeten Lösung reiner Pferdeblut-Hämoglobincrystalle waren enthalten:

1. 0,0400 g bei 120° C. getrocknetes Hämoglobin.
2. 0,0400 » » 120 » » »

im Mittel 0,0400 » » 120 » » »

Ratte I: Körpergewicht, nach Abzug von Fell und Darm, 80,0 g. Volumen des colirten Extractes 370,0 ccm. 5 ccm der Normallösung verdünnt mit 1,0 ccm Wasser. Absolutes Hämoglobin 0,6166 g, 7,70 p. M. des Körpergewichtes.

Ratte II: Körpergewicht, nach Abzug von Fell und Darm, 78,0 g Volumen des colirten Extractes 400,0 ccm. 5 ccm der Normallösung verdünnt mit 0,8 ccm Wasser. Absolutes Hämoglobin 0,6896 g, 8,83 p. M. des Körpergewichtes.

Ratte III: Körpergewicht, nach Abzug von Fell und Darm, 80,0 g. Volumen des colirten Extractes 400,0 ccm. 5 ccm der Normallösung verdünnt mit 0,7 ccm Wasser. Absolutes Hämoglobin 0,7017 g, 8,77 p. M. des Körpergewichtes.

Ratte IV: Körpergewicht, nach Abzug von Fell und Darm, 90,0 g. Volumen des colirten Extractes 420,0 ccm. 5 ccm der Normallösung verdünnt mit 1,0 ccm Wasser. Absolutes Hämoglobin 0,7000 g, 7,77 p. M. des Körpergewichtes.

Ratte V: Körpergewicht, nach Abzug von Fell und Darm, 78,0 g. Volumen des colirten Extractes 445,0 ccm. 5 ccm der Normallösung verdünnt mit 1,5 ccm Wasser. Absolutes Hämoglobin 0,6846 g, 8,77 p. M. des Körpergewichtes.

Ratte VI: Körpergewicht, nach Abzug von Fell und Darm, 75,0 g. Volumen des colirten Extractes 455,0 ccm. 5 ccm der Normallösung verdünnt mit 1,5 ccm Wasser. Absolutes Hämoglobin 0,7000 g, 9,33 p. M. des Körpergewichtes.

Ratte VII: Körpergewicht, nach Abzug von Fell und Darm, 80,0 g. Volumen des colirten Extractes 420,0 ccm. 5 ccm der Normallösung verdünnt mit 0,9 ccm Wasser. Absolutes Hämoglobin 0,7118 g, 8,89 p. M. des Körpergewichtes.

Ratte VIII: Körpergewicht, nach Abzug von Fell und Darm, 76,0 g. Volumen das colirten Extractes 450,0 ccm. 5 ccm der Normallösung verdünnt mit 1,6 ccm Wasser. Absolutes Hämoglobin 0,6818 g, 8,97 p. M. des Körpergewichtes.

Ratte IX: Körpergewicht, nach Abzug von Fell und Darm, 80,0 g. Volumen des colirten Extractes 400,0 ccm. 5 ccm der Normallösung verdünnt mit 1,5 ccm Wasser. Absolutes Hämoglobin 0,6153 g, 7,69 p. M. des Körpergewichtes.

Ratte X: Körpergewicht, nach Abzug von Fell und Darm, 78,0 g. Volumen des colirten Extractes 385,0 ccm. 5 ccm der Normallösung verdünnt mit 0,5 ccm Wasser. Absolutes Hämoglobin 0,7000 g, 8,97 p. M. des Körpergewichtes.

Wurf II.

Nummer des Versuchsthieres	Geschlecht	Körpergewicht beim Beginn d. Versuches am 19. XII. 1898	Datum der Tödtung	Körpergewicht nach der Tödtung	Zunahme des Körpergewichts	Gewicht des Felles und Darmes	Körpergewicht — Fell u. Darm	Absolutes Gewicht des Hämoglobins im ganzen Thiere — Fell u. Darm	Hämoglobin auf 1000 g Körpergewicht berechnet
Ernährung mit Fleisch, Mandeln, Eidotter und Milch.									
I	♂	30,0	17. I. 1899	82,2	52,2	23,5	58,7	0,5275	8,95
II	♂	31,5	17. » »	74,0	42,5	19,0	55,0	0,5762	10,47
III	♂	32,0	17. » »	87,5	55,5	22,0	65,5	0,6372	9,72
IV	♀	33,0	17. » »	80,5	47,5	21,5	59,0	0,5941	10,07
Ernährung mit Fleisch, Mandeln, Eidotter, Milch und 0,2 mg Eisen.									
V	♂	29,5	17. I. 1899	80,0	50,5	20,0	60,0	0,5688	9,48
VI	♂	31,5	17. » »	76,7	45,2	21,0	55,7	0,5097	9,15
VII	♂	31,0	17. » »	76,0	45,0	18,0	58,0	0,6424	11,07
VIII	♂	31,0	17. » »	79,5	48,5	19,5	60,0	0,6211	10,35
IX	♂	32,0	17. » »	85,0	53,0	21,0	64,0	0,6878	10,74

Zunahme des Körpergewichtes.

Nummer des Versuchsthieres	19. December	21. December	23. December	25. December	27. December	29. December	31. December	2. Jan.
I	30,0	30,5	33,0	34,5	41,0	41,5	45,5	52,0
II	31,5	32,5	35,0	39,0	45,0	49,0	56,0	61,0
III	32,0	31,5	35,0	41,0	46,5	51,0	58,5	61,0
IV	33,0	32,5	36,5	43,0	45,0	51,0	55,0	58,5
V	29,5	32,5	35,5	43,0	47,0	51,5	58,5	61,5
VI	31,5	32,5	36,5	40,0	44,5	47,5	51,0	57,0
VII	31,0	32,5	38,0	44,0	49,0	53,5	61,0	64,0
VIII	31,0	32,0	37,0	41,5	46,0	53,0	62,0	65,5
IX	32,0	35,5	40,0	46,0	47,0	56,0	61,0	62,5

Nummer des Versuchsthieres	4. Januar	6. Januar	8. Januar	10. Januar	12. Januar	14. Januar	16. Januar	17. Januar
I	50,0	61,5	62,0	72,5	69,0	73,0	78,0	82,2
II	60,0	66,5	70,0	73,5	75,0	73,0	73,5	74,0
III	64,5	71,0	73,0	82,0	79,0	82,0	85,0	87,5
IV	63,0	69,0	72,0	74,5	74,0	76,0	80,0	80,5
V	62,0	66,0	72,5	72,0	73,5	76,0	85,0	80,0
VI	63,5	67,0	70,0	68,0	72,0	74,0	76,0	76,7
VII	61,0	71,0	72,0	74,5	77,5	75,0	77,0	76,0
VIII	63,0	75,0	76,5	80,5	82,5	80,0	80,0	79,5
IX	64,5	75,0	71,0	80,5	80,0	82,0	85,0	85,0

Wurf III.

Nummer des Versuchsthieres	Geschlecht	Körpergewicht beim Beginn d. Versuches am 1. I. 1899	Datum der Tödtung	Körpergewicht nach der Tödtung	Zunahme des Körpergewichts	Gewicht des Felles und Darmes	Körpergewicht — Fell u. Darm	Absolutes Gewicht des Hämoglobins im ganzen Thiere — Fell u. Darm	Hämoglobin auf 1000 g Körpergewicht berechnet
Ernährung mit Fleisch, Mandeln und Milch.									
A	♀	20,5	28. I. 1899	52,0	31,5	15,0	37,0	0,3376	9,12
B	♂	20,5	28. » »	69,5	49,0	20,5	49,0	0,5007	10,21
C	♀	20,5	28. » »	52,0	31,5	14,5	37,5	0,4103	10,93
D	♀	21,0	28. » »	52,0	31,0	15,0	37,0	0,3366	9,09
Ernährung mit Fleisch, Mandeln, Milch und 0,5 mg Eisen.									
E	♀	20,5	28. I. 1899	68,0	47,5	19,0	49,0	0,4896	9,99
F	♀	20,5	28. » »	52,5	32,0	16,0	36,5	0,3884	10,64
G	♂	21,5	28. » »	50,5	29,0	15,0	35,5	0,4504	12,68
H	♂	21,0	28. » »	76,0	55,0	19,0	57,0	0,6556	11,49

Zunahme des Körpergewichtes.

Nummer des Versuchsthieres	1. Januar	3.	5.	7.	9.	11.	13.	15.
A	20,5	21,0	24,0	28,0	32,0	33,5	34,0	34,2
B	20,5	22,0	25,5	28,0	32,5	30,5	34,0	37,5
C	20,5	22,0	25,5	27,0	31,5	34,0	35,0	37,0
D	21,0	22,5	25,0	27,0	30,5	27,5	30,0	32,0
E	20,5	21,5	26,0	27,0	28,5	35,5	36,0	37,5
F	20,5	22,0	25,0	26,0	26,5	30,5	29,0	28,0
G	21,5	24,0	26,0	29,0	33,5	32,0	37,0	39,0
H	21,0	23,0	24,5	28,0	31,5	35,0	37,0	44,0

Nummer des Versuchsthieres	17. Januar	19.	21.	23.	25.	27.	28.
A	37,0	40,0	42,0	43,0	44,5	49,9	52,0
B	45,0	53,5	56,0	58,0	60,5	68,5	69,5
C	45,0	47,5	50,0	50,0	54,0	50,0	52,0
D	36,0	38,5	39,0	40,0	43,0	50,0	52,0
E	49,0	52,5	56,0	59,0	62,5	66,0	68,0
F	35,0	40,0	42,0	46,0	49,0	51,9	52,5
G	43,0	43,0	45,0	47,0	49,5	50,7	50,5
H	47,0	49,0	50,2	59,0	69,0	75,5	76,0

Wurf IV.

Nummer des Versuchsthieres	Geschlecht	Körpergewicht beim Beginn d. Versuches am 31. I. 1899	Datum der Tödtung	Körpergewicht nach der Tödtung	Zunahme des Körpergewichts	Gewicht des Felles und Darmes	Körpergewicht — Fell u. Darm	Absolutes Gewicht des Hämoglobins im ganzen Thiere — Fell u. Darm	Hämoglobin auf 1000 g Körpergewicht berechnet
			Ernährung mit Milch, Fleisch und Mandeln.						
A	♀	22,5	20. II. 1899	41,5	19,0	12,0	29,5	0,2841	9,63
B	♀	23,5	20. » »	52,5	29,0	14,5	38,0	0,3800	10,00
C	♂	24,5	20. » »	58,0	33,5	17,0	41,0	0,4075	9,93
D	♂	22,5	20. » »	56,5	34,0	15,0	41,5	0,3564	8,59
			Ernährung mit Milch, Fleisch, Mandeln und 0,5 mg Eisen.						
E	♀	22,5	20. II. 1899	57,0	34,5	16,5	40,5	0,4042	9,98
F	♀	22,5	20. » »	61,5	39,0	20,0	41,5	0,4306	10,37
G	♂	24,5	20. » »	63,0	38,5	19,0	44,0	0,5368	12,20
H	♀	23,0	20. » »	56,0	33,0	14,5	41,5	0,3906	9,41

Zunahme des Körpergewichtes.

Nummer des Versuchsthieres	31. Jan.	2. Februar	4.	6.	8.	10.	12.	14.	16.	18.	20.
A	22,5	24,0	27,0	30,0	32,0	33,0	34,0	36,0	38,0	40,0	41,5
B	23,5	25,0	28,0	32,0	35,0	39,0	43,0	45,0	47,0	51,0	52,5
C	24,5	25,0	28,0	32,0	35,5	39,2	43,0	47,0	50,0	54,0	58,0
D	22,5	24,0	27,5	29,8	32,6	37,5	41,0	46,0	50,0	54,0	56,5
E	22,5	24,0	27,8	28,9	33,4	37,8	41,0	46,0	49,0	53,5	57,0
F	22,5	26,4	30,0	35,0	37,0	41,0	43,0	47,0	52,0	56,5	61,5
G	24,5	26,0	29,0	33,0	39,0	45,0	50,0	54,0	59,0	63,0	63,0
H	23,0	26,0	32,0	37,0	39,0	41,0	43,0	47,0	50,0	55,0	56,0

Wurf V.

Nummer des Versuchsthieres	Geschlecht	Körpergewicht beim Beginn d. Versuches am 31. I. 1899	Datum der Tödtung	Körpergewicht nach der Tödtung	Zunahme des Körpergewichts	Gewicht des Felles und Darmes	Körpergewicht — Fell u. Darm	Absolutes Gewicht des Hämoglobins im ganzen Thiere — Fell u. Darm	Hämoglobin auf 1000 g Körpergewicht berechnet
			Ernährung mit Fleisch, Mandeln und Milch.						
I	♂	32,0	21. II. 1899	64,0	32,0	14,0	50,0	0,4500	9,00
II	♂	30,5	21. » »	62,0	31,5	12,0	50,0	0,4500	9,00
III	♀	30,5	21. » »	62,0	31,5	11,0	51,0	0,4359	8,54
IV	♀	29,5	21. » »	60,0	30,5	12,0	48,0	0,4165	8,76

Nummer des Versuchsthieres	Geschlecht	Körpergewicht beim Beginn d. Versuches am 31. I. 1899	Datum der Tödtung	Körpergewicht nach der Tödtung	Zunahme des Körpergewichts	Gewicht des Felles und Darmes	Körpergewicht — Fell u. Darm	Absolutes Gewicht des Hämoglobins im ganzen Thiere — Fell u. Darm	Hämoglobin auf 1000 g Körpergewicht berechnet
Ernährung mit Fleisch, Mandeln, Milch und 0,5 mg Eisen.									
V	♂	31,0	21. II. 1899	68,0	37,0	15,0	53,0	0,4820	9,09
VI	♂	31,0	21. » »	70,0	39,0	15,0	55,0	0,5625	10,22
VII	♀	30,0	21. » »	70,0	40,0	16,5	53,5	0,4500	8,41
VIII	♀	30,0	21. » »	69,0	39,0	15,0	54,0	0,4845	8,97

Zunahme des Körpergewichtes.

Nr. des Versuchsthieres	31. Jan.	2.	4.	6.	8.	10.	12.	14.	16.	18.	20.	21.
		Februar										
I.	32,0	34,0	36,0	37,0	41,0	45,0	50,0	52,0	56,0	58,0	62,0	**64,0**
II.	30,5	32,0	34,5	36,0	40,0	45,0	49,0	53,0	57,0	59,2	60,0	**62,0**
III.	30,5	31,0	34,0	36,0	38,0	43,5	44,9	49,5	51,8	57,0	60,0	**62,0**
IV.	29,5	30,0	32,0	38,0	42,0	44,0	46,0	48,0	50,0	54,5	57,9	**60,0**
V.	31,0	32,0	36,0	40,0	45,0	50,0	54,0	59,2	**63,0**	65,0	67,0	68,0
VI.	31,0	32,0	38,0	42,0	46,0	50,0	55,0	58,0	**62,0**	64,0	68,0	70,0
VII.	30,0	31,0	34,0	36,0	40,0	47,0	54,0	58,0	**60,0**	63,0	68,0	70,0
VIII.	30,0	31,0	36,5	41,0	47,0	52,0	59,2	**61,5**	64,0	67,2	68,2	69,0

Wurf VI.

Nummer des Versuchsthieres	Geschlecht	Körpergewicht beim Beginn d. Versuches am 31. I. 1899	Datum der Tödtung	Körpergewicht nach der Tödtung	Zunahme des Körpergewichts	Gewicht des Felles und Darmes	Körpergewicht — Fell u. Darm	Absolutes Gewicht des Hämoglobins im ganzen Thiere — Fell u. Darm	Hämoglobin auf 1000 g Körpergewicht berechnet
Ernährung mit Fleisch, Mandeln und Milch.									
I	♂	24,0	23. II. 1899	43,0	19,0	10,0	33,0	0,3124	9,46
II	♀	22,0	23. » »	42,5	20,5	9,5	33,0	0,3228	9,78
III	♂	24,0	23. » »	41,2	17,2	12,0	29,2	0,3152	10,79
IV	♀	23,0	23. » »	40,5	17,5	10,0	30,5	0,2959	9,70
Ernährung mit Fleisch, Mandeln, Milch und 0,5 mg Eisen.									
V	♂	25,0	23. II. 1899	55,0	30,0	12,5	42,5	0,4698	11,05
VI	♀	20,0	23. » »	40,7	20,7	9,7	31,0	0,3821	12,32
VII	♂	24,0	23. » »	43,0	19,0	11,0	32,0	0,3531	11,03
VIII	♂	21,0	23. » »	53,0	32,0	12,0	41,0	0,3856	9,40

Zunahme des Körpergewichtes.

Nummer des Versuchsthieres	31. Januar	2. Februar	4.	6.	8.	10.	12.
I	24,0	25,0	27,0	29,0	31,0	33,0	36,0
II	22,0	24,0	26,0	28,0	32,0	34,0	37,0
III	24,0	25,0	25,5	26,0	27,5	28,0	28,0
IV	23,0	24,0	24,2	24,5	25,0	26,0	26,5
V	25,0	26,0	27,2	28,7	29,0	33,2	36,5
VI	20,0	23,0	25,0	27,4	28,2	29,0	30,0
VII	24,0	24,0	24,0	24,2	25,5	26,0	26,5
VIII	21,0	23,4	25,8	27,8	32,5	34,0	37,0

Nummer des Versuchsthieres	14. Februar	16.	18.	20.	22.	23.
I	38,0	40,0	42,0	44,0	42,0	43,0
II	39,0	40,0	41,5	43,0	43,0	42,5
III	29,0	30,5	35,0	39,0	41,0	41,2
IV	27,0	29,0	32,0	36,0	39,0	40,5
V	40,0	42,0	46,0	53,0	54,0	55,0
VI	32,0	36,0	38,0	41,0	41,9	40,7
VII	30,0	32,0	36,0	39,0	41,0	43,0
VIII	39,0	42,0	45,0	49,0	51,0	53,0

Wurf VII.

Nummer des Versuchsthieres	Geschlecht	Körpergewicht beim Beginn des Versuches am 31. I. 1899	Datum der Tödtung	Körpergewicht nach d. Tödtung	Zunahme des Körpergewichts	Gewicht des Felles u. Darmes	Körpergewicht — Fell u. Darm	Absolutes Gewicht d. Hämoglobins im ganzen Thiere — Fell u. Darm	Hämoglobin auf 1000 g Körpergewicht berechnet
Ernährung mit Fleisch, Mandeln und Milch.									
A	♂	16,2	23. II. 1899	46,5	30,3	13,5	33,0	0,3193	9,66
B	♀	18,5	23. » »	44,0	25,5	12,0	32,0	0,3137	9,80
C	♂	19,5	23. » »	42,0	22,5	12,0	30,0	0,3389	11,29
Ernährung mit Fleisch, Mandeln, Milch und 0,5 mg Eisen.									
D	♀	19,5	23. II. 1899	42,0	22,5	12,0	30,0	0,3565	11,88
E	♀	18,5	23. » »	46,5	28,0	13,2	33,3	0,3375	10,13
F	♂	20,5	23. » »	46,5	26,0	13,0	33,5	0,3796	13,32

Zunahme des Körpergewichtes.

Nr. des Versuchsthieres	31. Jan.	2. Februar	4.	6.	8.	10.	12.	14.	16.	18.	20.	22.	23.
A	16,2	17,0	20,0	25,5	27,0	29,0	31,5	33,0	36,0	40,0	43,0	45,0	46,5
B	18,5	19,0	20,2	25,3	28,0	30,0	33,5	34,0	35,0	37,0	40,0	42,0	44,0
C	19,5	23,0	25,0	27,0	30,0	32,0	35,0	37,0	38,5	38,0	39,0	42,0	42,0
D	19,5	21,0	24,0	26,0	28,0	33,0	35,0	37,0	39,0	40,5	42,0	44,0	42,0
E	18,5	20,5	25,2	27,0	29,0	30,0	32,0	34,5	37,0	40,0	42,0	45,5	46,5
F	20,5	23,0	25,0	27,0	29,0	33,0	35,0	39,0	41,0	42,0	43,5	45,5	46,5

Wurf VIII.

Nummer des Versuchsthieres	Geschlecht	Körpergewicht beim Beginn d. Versuches am 9. III. 1899	Datum der Tödtung	Körpergewicht nach der Tödtung	Zunahme des Körpergewichts	Gewicht des Felles und Darmes	Körpergewicht — Fell u. Darm	Absolutes Gewicht des Hämoglobins im ganzen Thiere — Fell u. Darm	Hämoglobin auf 1000 g Körpergewicht berechnet
Ernährung mit Fleisch, Mandeln und Milch.									
I	♀	20,0	1. IV. 1899	50,5	30,5	14,5	36,0	0,3940	10,94
II	♂	20,0	1. » »	37,0	17,0	9,0	28,0	0,3256	11,60
III	♂	23,0	1. » »	37,0	14,0	7,0	30,0	0,4002	13,34
IV	♂	20,0	1. » »	45,0	25,0	11,5	33,5	0,4234	12,63
Ernährung mit Fleisch, Mandeln, Milch und vom { 9. III. — 21. III. 0,5 mg Eisen. 22. » — 31. » 1 mg Eisen. }									
V	♂	20,0	1. IV. 1899	41,0	21,0	9,5	31,5	0,4139	13,10
VI	♂	21,0	1. » »	36,0	15,0	8,0	28,0	0,4009	14,28
VII	♂	21,0	1. » »	52,5	31,5	15,0	37,5	0,4711	12,56
VIII	♀	20,0	1. » »	41,2	21,2	10,0	31,2	0,3880	12,43
IX	♀	18,0	1. » »	37,0	19,0	6,5	30,5	0,4450	14,58

Zunahme des Körpergewichtes.

Nr. des Versuchsthieres	9. März	11.	13.	15.	17.	19.	21.	23.	25.	27.	29.	31.	1. Apr.
I.	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	26,0	30,0	31,0	35,0	37,0	40,0	43,0	50,5
II.	20,0	21,0	22,5	23,9	25,0	27,0	30,0	31,5	34,0	35,0	36,0	35,0	37,0
III.	23,0	23,0	24,0	23,0	23,0	24,0	28,0	28,0	31,0	32,0	32,5	33,0	37,0
IV.	20,0	22,0	24,0	26,0	28,0	29,0	30,0	31,0	31,0	35,0	39,0	42,0	45,0
V.	20,0	21,0	23,0	26,0	28,0	29,0	36,0	33,0	35,0	36,0	37,0	38,0	41,0
VI.	21,0	22,0	23,0	25,0	26,0	28,0	36,0	32,0	35,0	36,0	38,0	35,0	36,0
VII.	21,0	22,0	24,0	26,0	28,0	29,0	37,0	36,0	38,0	42,0	45,0	49,0	52,5
VIII.	20,0	21,0	22,0	24,0	22,0	24,0	29,0	28,0	30,0	32,0	34,0	35,0	41,2
IX.	18,0	19,0	20,0	22,0	26,0	28,0	34,0	32,0	36,0	36,5	37,5	37,5	37,0

Ergebnisse.

Das in kleiner Dose in anorganischer Form zugeführte Eisen übte einen Einfluss auf die Zunahme des Körpergewichtes aus und zwar im Sinne einer Beschleunigung der Wachsthumsgeschwindigkeit.

Dieser Einfluss scheint nach Versuch I, welcher sich auf zwei Monate erstreckte, ein nur zeitlich beschränkter zu sein. Versuch VIII nimmt eine Ausnahmestellung ein. Die Thiere dieses Versuches fügten sich dem oben Gesagten bis zum 21. III. Bis zu diesem Datum betrug die Eisendosis 0,5 mg pro die. Vom 22. III. an bis zum Schlusse des Versuches betrug dieselbe 1 mg Eisen pro die. Von der Abgabe dieser grösseren Eisendosis an nahmen die Eisenthiere weniger rasch an Körpergewicht zu, als vorher bei einer Eisendosis von nur 0,5 mg pro die. Die Nahrungsaufnahme blieb sich gleich.

Die absoluten Hämoglobinmengen sind bei den Eisennormalthieren ausnahmslos grösser als bei den des Eisenzusatzes entbehrenden Versuchsthieren.

Am geringsten ist der Unterschied in Versuch I. Es scheint aus diesem Versuche hervorzugehen, dass der Einfluss des Eisens in der eingegebenen Form auf die Blutbildung nur ein zeitlich beschränkter ist. In Versuch VIII lässt sich kein ungünstiger Einfluss der relativ hohen Eisendose (1 mg Fe pro die) auf die Hämoglobinbildung erkennen. Allerdings war auch die Beobachtungsdauer eine kurze.

Die relativen Hämoglobinzahlen sind ebenfalls durchweg bei den Eisenthieren grösser als bei den ohne Eisenzusatz mit Normalnahrung ernährten Versuchsthieren.

II. Versuche an Kaninchen.

Die Normalnahrung dieser Versuchsthiere bestand in Krauskohl (Varietät der Brassica acephala Dl.) und Milch. Auch hier wurde das Eisen in Milch verabreicht. Die Versuche wurden im Uebrigen in der bekannten Weise durchgeführt.

Wurf I: Geburt 12. XII. 1898. Isolirung: 2. I. 1899. Tödtung: 29. I. 1899. A und B erhielten Normalnahrung, C und D ceteris paribus 4 mg Eisen. Vorgesetzte Nahrung: 150 ccm Milch und

vom 2. I. bis 3. I. 50 g Krauskohl
» 4. I. » 8. I. 200 » »
» 9. I. » 15. I. 250 » »
» 16. I. » 29. I. 300 » »

Wurf II: Geburt: 23. II. 1899. Isolirung: 17. III. 1899. Tödtung: 7. IV. 1899. A, B und C erhielten Normalnahrung, D, E und F ceteris paribus 4 mg Eisen. Die vorgesetzte Nahrung betrug 50 ccm Milch. Die Zahlen für den vorgesetzten Krauskohl sind den bei Wurf I genannten gleich.

Die erhaltenen Resultate sind in den beiliegenden Tabellen wiedergegeben.

Wurf I.

Nummer des Versuchsthieres	Geschlecht	Körpergewicht beim Beginn d. Versuches am 2. I. 1899	Datum der Tödtung	Körpergewicht nach der Tödtung	Zunahme des Körpergewichts	Gewicht des Felles und Darmes	Körpergewicht — Fell u. Darm	Absolutes Gewicht des Hämoglobins im ganzen Thiere — Fell u. Darm	Hämoglobin auf 1000 g Körpergewicht berechnet
			Ernährung mit Kohl und Milch.						
A	♂	223,0	29. I. 1899	748,0	525,0	246,0	502,0	3,6427	7,25
B	♀	171,0	29. » »	639,0	468,0	230,0	409,0	3,1205	7,62
			Ernährung mit Kohl, Milch und 4 mg Eisen.						
C	♂	196,0	29. I. 1899	730,5	534,5	241,0	489,5	5,6763	11,59
D	♂	263,0	29. » »	686,0	423,0	225,0	461,0	3,9692	8,61

Tägliche Nahrungsaufnahme.

Nr. der Versuchsthiere		2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
		Januar								
A und B	Mi[1])	0	100	50	50	130	150	150	150	150 ccm
	K	37	40	100	160	160	200	200	250	210 g
C und D	Mi	0	100	50	50	150	150	150	150	150 ccm
	K	37	55	100	160	160	200	200	220	170 g

1) Mi = Milch; K = Kohl.

Nr. der Versuchsthiere	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.
	Januar								
A und B	Mi 150	150	150	150	150	150	150	150	150 ccm
	K 250	250	180	240	175	275	220	175	300 g
C und D	Mi 150	150	150	150	150	150	150	150	150 ccm
	K 250	250	180	230	180	300	220	185	350 g

Nr. der Versuchsthiere	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.
	Januar								
A und B	Mi 150	150	150	150	150	150	150	150	150 ccm
	K 210	300	300	300	250	250	300	300	300 g
C und D	Mi 150	150	—	—	—	—	150	150	150 ccm
	K 250	300	300	300	250	250	300	300	300 g

Zunahme des Körpergewichtes.

Nr. des Versuchsthieres	2.	4.	6.	8.	10.	12.	14.	16.
	Januar							
A	223,0	233,0	315,0	338,0	408,0	430,0	440,0	**480,0**
B	171,0	172,0	240,0	247,0	287,0	**345,0**	350,0	370,0
C	196,0	213,0	290,0	322,0	**406,0**	415,0	430,0	460,0
D	263,0	250,0	297,0	310,0	364,0	439,0	450,0	470,0

Nr. des Versuchsthieres	18.	20.	22.	24.	26.	28.	29.
	Januar						
A	530,0	555,0	580,0	610,0	650,0	**739,0**	748,0
B	410,0	439,0	490,0	**565,0**	590,0	630,0	639,0
C	500,0	535,0	**589,0**	610,0	665,0	700,0	730,5
D	**530,0**	555,0	560,0	560,0	593,5	679,2	686,0

Zahlenbelege.

Die zur colorimetrischen Vergleichung verwendete Lösung reiner Pferdeblut-Hämoglobincrystalle enthielt in 10 ccm:

1. 0,0304 g bei 120° C. getrocknetes Hämoglobin
2. 0,0308 » » 120 » » »

im Mittel 0,0306 » » 120 » » »

Kaninchen A: Körpergewicht, nach Abzug von Fell und Darm, 502,0 g. Volumen des colirten Extractes 1500,0 ccm. 5 ccm der Normallösung verdünnt mit 1,3 ccm Wasser. Absolutes Hämoglobin 3,6427 g, 7,25 p. M. des Körpergewichtes.

Kaninchen B: Körpergewicht, nach Abzug von Fell und Darm, 409,0 g. Volumen des colirten Extractes 1285,0 ccm. 5 ccm der Normallösung verdünnt mit 1,3 ccm Wasser. Absolutes Hämoglobin 3,1205 g, 7,62 p. M. des Körpergewichtes.

Kaninchen C: Körpergewicht, nach Abzug von Fell und Darm, 489,5 g. Volumen des colirten Extractes 1855,0 ccm. 5 ccm der Normallösung verdünnt mit 0,0 ccm Wasser. Absolutes Hämoglobin 5,6763 g, 11,59 p. M. des Körpergewichtes.

Kaninchen D: Körpergewicht, nach Abzug von Fell und Darm, 461,0 g. Volumen des colirten Extractes 1375,0 ccm. 5 ccm der Normallösung verdünnt mit 0,3 ccm Wasser. Absolutes Hämoglobin 3,9692 g, 8,61 p. M. des Körpergewichtes.

Wurf II.

Nummer des Versuchsthieres	Geschlecht	Körpergewicht beim Beginn d. Versuches am 17. III. 1899	Datum der Tödtung	Körpergewicht nach der Tödtung	Zunahme des Körpergewichts	Gewicht des Felles und Darmes	Körpergewicht — Fell u. Darm	Absolutes Gewicht des Hämoglobins im ganzen Thiere — Fell u. Darm	Hämoglobin auf 1000 g Körpergewicht berechnet
			Ernährung mit Krauskohl und Milch.						
A	♂	282,0	7. IV. 1899	570,0	288,0	161,0	409,0	3,1343	7,66
B	♂	302,0	7. » »	655,0	353,0	238,0	417,0	3,3742	8,09
C	♀	288,0	7. » »	532,0	244,0	174,0	358,0	3,1147	8,70
			Ernährung mit Krauskohl, Milch und 4 mg Eisen.						
D	♀	297,0	7. IV. 1899	622,0	325,0	215,0	407,0	3,4540	8,48
E	♂	272,0	7. » »	545,0	273,0	181,0	364,0	3,6092	9,91
F	♂	305,0	7. » »	643,0	338,0	226,0	417,0	3,6815	8,82

Zunahme des Körpergewichtes.

Nr. des Versuchsthieres	17. März	19.	21.	23.	25.	27.	29.	31.	2. April	4.	6.	7.
A	282,0	298,0	310,0	316,0	324,0	375,0	405,0	415,0	432,0	500,0	562,0	**570,0**
B	302,0	305,0	310,0	317,0	329,0	380,0	410,0	430,0	460,0	519,0	602,0	**655,0**
C	288,0	298,0	328,0	334,0	344,0	380,0	400,0	417,0	462,0	518,0	567,0	532,0
D	297,0	299,0	297,0	305,0	325,0	380,0	440,0	455,0	484,0	535,0	542,0	**622,0**
E	272,0	286,0	302,0	318,0	325,0	370,0	400,0	400,0	444,0	500,0	507,0	**545,0**
F	305,0	308,0	312,0	318,0	323,0	360,0	420,0	427,0	470,0	525,0	585,0	**643,0**

Ergebnisse.

Die Verhältnisse, die Zunahme des Körpergewichtes betreffend, liegen hier nicht so klar wie bei den Ratten. Schlüsse lassen sich aus den angeführten Versuchen nicht ziehen. (Vergl. in der Arbeit über Assimilation des Eisens[1]) die bei den Kaninchen angeführten Bemerkungen S. 227.)

Die absolute Hämoglobinmenge ist bei den Eisen-Normalthieren grösser als bei den des Eisenzusatzes entbehrenden Versuchsthieren.

Beim ersten Versuch tritt dies eclatant zu Tage. In Versuch II sind die Unterschiede gering. Vielleicht wurde der zweite Versuch zu früh abgebrochen. Beim zweiten Versuch wurde auch die Eisendosis erst am Ende der zweiten Versuchswoche vollständig aufgenommen. Wegen Mangels an Versuchsmaterial konnten die Versuche leider nicht wiederholt werden.

Die relativen Hämoglobinzahlen sind bei den Eisenthieren ebenfalls grösser als bei den übrigen Versuchsthieren.

III. Versuche an Meerschweinchen.

Die Normalnahrung war hier dieselbe wie bei den Kaninchen. Ueberhaupt schliesst sich diese Versuchsreihe ganz an die bei den Kaninchen ausgeführten Versuche an.

Wurf I: Geburt: 18. II. 1899. Isolirung: 27. II. 1899. Tödtung: 27. III. 1899. A und B erhielten Normalnahrung, C und D ausserdem 2 mg Eisen. Vorgesetzte Nahrung:

vom 27. II. bis 4. III. 50 ccm Milch und 100 g Krauskohl
» 5. III. » 17. III. 50 » » » 150 » »
» 18. III. » 23. III. 50 » » » 200 » »
» 24. III. » 27. III. 50 » » » 250 » »

Wurf II: Geburt: 17. II. 1899. Isolirung: 27. II. 1899. Tödtung: 27. III. 1899. I erhielt Normalnahrung, II ceteris paribus 2 mg Eisen. Vorgesetzte Nahrung: 25 ccm Milch und

vom 27. II. bis 28. II. 25 g Krauskohl
» 1. III. » 6. III. 70 » »
» 7. III. » 18. III. 100 » »
» 19. III. » 27. III. 150 » »

1) a. a. O.

Wurf III: Geburt: 17. III. 1899. Isolirung: 23. III. 1899. Tödtung: 18. IV. 1899. A erhielt Milch und Krauskohl, B daneben noch 2 mg Eisen Vorgesetzte Nahrung:

vom 23. III. bis 26. III. 25 ccm Milch und 50 g Krauskohl
» 27. III. » 7. IV. 25 » » » 100 » »
» 8. IV. » 18. IV. 25 » » » 150 » »

Wurf IV: Geburt: 28. III. 1899. Isolirung: 1. IV. 1899. Tödtung: 18. IV. 1899. A und B erhielten Normalnahrung, C und D ausserdem 2 mg Eisen pro die. Vorgesetzte Nahrung:

vom 1. IV. bis 2. IV. 50 ccm Milch und 50 g Krauskohl
» 3. IV. » 5. IV. 50 » » » 150 » »
» 6. IV. » 8. IV. 50 » » » 200 » »
» 9. IV. » 18. IV. 50 » » » 250 » »

Wurf V: Geburt: 28. III. 1899. Isolirung: 3. IV. 1899. Tödtung: 18. IV. 1899. Meerschweinchen I erhielt ausschliesslich Normalnahrung, Meerschweinchen II ceteris paribus 2 mg Eisen. Vorgesetzte Nahrung:

vom 3. IV. bis 6. IV. 25 ccm Milch und 50 g Krauskohl
» 7. IV. » 15. IV. 25 » » » 100 » »
» 16. IV. » 18. IV. 25 » » » 150 » »

In den folgenden Tabellen überblickt man die erhaltenen Resultate.

Wurf I.

Nummer des Versuchsthieres	Geschlecht	Körpergewicht beim Beginn d. Versuches am 27. II. 1899	Datum der Tödtung	Körpergewicht nach der Tödtung	Zunahme des Körpergewichts	Gewicht des Felles und Darmes	Körpergewicht — Fell u. Darm	Absolutes Gewicht des Hämoglobins im ganzen Thiere — Fell u. Darm	Hämoglobin auf 1000 g Körpergewicht berechnet
			Ernährung mit Krauskohl und Milch.						
A	♀	104,0	27. III. 1899	220,0	116,0	89,0	131,0	1,3318	10,16
B	♂	102,0	27. » »	224,0	122,0	91,0	133,0	1,5016	11,28
			Ernährung mit Krauskohl, Milch und 2 mg Eisen.						
C	♂	115,0	27. III. 1899	234,0	119,0	91,0	143,0	1,5310	10,70
D	♂	96,0	27. » »	156,0	60,0	61,0	95,0	1,2807	13,47

Tägliche Nahrungsaufnahme.

Nummer der Versuchsthiere		27.	28.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
		Februar		März							
A und B	Mi	50	50	50	50	40	50	50	50	50	50 ccm
	K	50	100	100	100	60	100	110	124	125	120 g
C und D	Mi	50	50	50	50	45	50	50	50	50	50 ccm
	K	50	100	100	100	90	100	110	90	100	90 g

Nummer der Versuchsthiere		9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
		März								
A und B	Mi	50	50	50	50	50	50	50	50	50 ccm
	K	90	110	140	145	150	150	135	150	150 g
C und D	Mi	50	50	50	50	50	50	50	50	50 ccm
	K	80	80	107	93	95	90	90	125	140 g

Nummer der Versuchsthiere		18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.
		März								
A und B	Mi	50	50	50	50	50	50	50	50	50 ccm
	K	160	160	180	190	190	200	220	250	250 g
C und D	Mi	50	50	50	50	50	50	50	50	50 ccm
	K	124	160	180	200	190	200	225	250	245 g

Zunahme des Körpergewichtes.

Nummer des Versuchsthieres	27. Febr.	1.	3.	5.	7.	9.	11.	13.
		März						
A	104,0	112,0	125,0	137,0	159,0	167,0	188,0	195,0
B	102,0	112,0	128,0	142,5	165,0	180,0	199,0	205,0
C	115,0	122,0	137,0	144,5	170,0	180,0	199,0	199,0
D	96,0	102,0	122,0	132,0	152,0	150,0	157,0	150,0

Nummer des Versuchsthieres	15.	17.	19.	21.	23.	25.	27.
	März						
A	206,0	207,0	208,0	212,0	215,0	220,0	220,0
B	210,0	219,0	220,0	221,0	223,5	225,0	224,0
C	210,0	221,0	225,0	227,5	230,0	232,7	234,0
D	152,0	151,0	152,0	154,0	155,0	157,0	156,0

Zahlenbelege.

Die zur colorimetrischen Vergleichung benutzte Lösung reiner Pferdeblut-Hämoglobincrystalle enthielt in 20 ccm:

1. 0,0530 g bei 120° C. getrocknetes Hämoglobin
2. 0,0530 » » 120 » » »

im Mittel 0,0530 » » 120 » » »

Meerschweinchen A: Körpergewicht, nach Abzug von Fell und Darm, 131,0 g. Volumen des colirten Extractes 955,0 ccm. 5 ccm der Normallösung verdünnt mit 4,5 ccm Wasser. Absolutes Hämoglobin 1,3318 g, 10,16 p. M. des Körpergewichtes.

Meerschweinchen B: Körpergewicht, nach Abzug von Fell und Darm, 133,0 g. Volumen des colirten Extractes 850,0 ccm. 5 ccm der Normallösung verdünnt mit 2,5 ccm Wasser. Absolutes Hämoglobin 1,5016 g, 11,28 p. M. des Körpergewichtes.

Meerschweinchen C: Körpergewicht, nach Abzug von Fell und Darm, 143,0 g. Volumen des colirten Extractes 1040,0 ccm. 5 ccm der Normallösung verdünnt mit 4,0 ccm Wasser. Absolutes Hämoglobin 1,5310 g, 10,70 p. M. des Körpergewichtes.

Meerschweinchen D: Körpergewicht, nach Abzug von Fell und Darm, 95,0 g. Volumen des colirten Extractes 580 ccm. 5 ccm der Normallösung verdünnt mit 1,0 ccm Wasser. Absolutes Hämoglobin 1,2807 g, 13,47 p. M. des Körpergewichtes.

Wurf II.

Nummer des Versuchsthieres	Geschlecht	Körpergewicht beim Beginn d. Versuches am 27. II. 1899	Datum der Tödtung	Körpergewicht nach der Tödtung	Zunahme des Körpergewichts	Gewicht des Felles und Darmes	Körpergewicht — Fell u. Darm	Absolutes Gewicht des Hämoglobins im ganzen Thiere — Fell u. Darm	Hämoglobin auf 1000 g Körpergewicht berechnet
Ernährung mit Krauskohl und Milch.									
I	♀	100,0	27. III. 1899	226,0	126,0	83,4	143,0	1,4622	10,22
Ernährung mit Krauskohl, Milch und 2 mg Eisen.									
II	♂	102,0	27. III. 1899	234,0	132,0	80,0	154,0	1,4906	9,67

Zunahme des Körpergewichtes.

Nr. des Versuchsthieres	27. Febr.	1. März	3.	5.	7.	9.	11.	13.
I	100,0	115,0	128,4	132,9	140,2	162,7	170,5	178,0
II	102,0	110,0	128,0	135,7	142,0	152,0	169,0	174,0

Nr. des Versuchsthieres	15. März	17.	19.	21.	23.	25.	27.
I	184,0	190,0	196,0	200,0	210,0	220,0	226,0
II	185,0	198,0	210,0	220,0	230,0	235,0	234,0

Tägliche Nahrungsaufnahme.

Nr. des Versuchsthieres		27. Februar	28. Februar	1. März	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
I	Mi	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25 ccm
	K	50	50	70	70	65	70	70	70	100	98 g
II	Mi	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25 ccm
	K	50	50	70	70	68	70	70	69	98	100 g

Nr. des Versuchsthieres		9. März	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
I	Mi	25	25	25	25	25	25	25	25	25 ccm
	K	99	100	100	100	100	100	100	105	102 g
II	Mi	25	25	25	25	25	25	25	25	25 ccm
	K	100	99	99	100	100	100	100	100	100 g

Nr. des Versuchsthieres		18. März	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.
I	Mi	25	25	25	25	25	25	25	25	25 ccm
	K	100	110	118	120	130	140	150	150	150 g
II	Mi	25	25	25	25	25	25	25	25	25 ccm
	K	100	110	120	120	130	142	150	145	150 g

Wurf III.

Nummer des Versuchsthieres	Geschlecht	Körpergewicht beim Beginn d. Versuches am 23. III. 1899	Datum der Tödtung	Körpergewicht nach der Tödtung	Zunahme des Körpergewichts	Gewicht des Felles und Darmes	Körpergewicht — Fell u. Darm	Absolutes Gewicht des Hämoglobins im ganzen Thiere — Fell u. Darm	Hämoglobin auf 1000 g Körpergewicht berechnet
Ernährung mit Krauskohl und Milch.									
A	♂	100,0	18. IV. 1899	265,0	165,0	90,0	175,0	1,1249	6,42
Ernährung mit Krauskohl, Milch und 2 mg Eisen.									
B	♂	80,0	18. IV. 1899	290,0	210,0	90,0	200,0	1,2150	6,07

Zunahme des Körpergewichtes.

Nr. des Versuchsthieres	23. März	25.	27.	29.	31.	2. April	4.
A	100,0	112,0	125,0	135,0	139,0	150,0	160,0
B	80,0	88,0	96,0	102,0	112,0	130,0	150,0

Nr. des Versuchsthieres	6.	8.	10.	12.	14.	16.	18.
	April						
A	170,0	180,0	**205,0**	220,0	240,0	260,0	265,0
B	**165,0**	180,0	208,0	225,0	**259,0**	280,0	290,0

Tägliche Nahrungsaufnahme.

Nr. des Versuchsthieres		23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.
		März								
A	Mi	25	25	25	25	25	20	15	10	25 ccm
	K	20	30	50	50	70	75	75	75	75 g
B	Mi	25	25	25	25	25	25	25	25	25 ccm
	K	20	30	50	50	70	75	76	76	76 g

Nr. des Versuchsthieres		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
		April								
A	Mi	20	20	20	25	25	25	25	25	25 ccm
	K	75	75	75	75	75	75	80	100	100 g
B	Mi	25	25	25	25	25	25	25	25	25 ccm
	K	70	74	75	75	75	75	80	105	100 g

Nr. des Versuchsthieres		10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
		April							
A	Mi	25	25	25	25	25	25	25	25 ccm
	K	110	120	120	125	125	150	150	150 g
B	Mi	25	25	25	25	25	25	25	25 ccm
	K	110	120	120	125	125	150	150	150 g

Wurf IV.

Nummer des Versuchsthieres	Geschlecht	Körpergewicht beim Beginn d. Versuches am 1. IV. 1899	Datum der Tödtung	Körpergewicht nach der Tödtung	Zunahme des Körpergewichts	Gewicht des Felles und Darmes	Körpergewicht — Fell u. Darm	Absolutes Gewicht des Hämoglobins im ganzen Thiere — Fell u. Darm	Hämoglobin auf 1000 g Körpergewicht berechnet
Ernährung mit Krauskohl und Milch.									
A	♂	100,0	18. IV 1899	200,0	100,0	70,0	130,0	1,3435	10,33
B	♀	96,0	18. » »	186,0	90,0	76,0	110,0	1,3267	12,06

Nummer des Versuchsthier.	Geschlecht	Körpergewicht beim Beginn des Versuches am 1. IV. 1898	Datum der Tödtung	Körpergewicht nach d. Tödtung	Zunahme des Körpergewichts	Gewicht des Felles u. Darmes	Körpergewicht — Fell u. Darm	Absolutes Gewicht d. Hämoglobins im ganzen Thiere — Fell u. Darm	Hämoglobin auf 1000 g Körpergewicht berechnet
Ernährung mit Krauskohl, Milch und 2 mg Eisen.									
C	♀	95,0	18. IV. 1899	210,0	115,0	80,0	130,0	1,4494	11,14
D	♂	102,0	18. » »	186,0	84,0	74,0	112,0	1,2972	11,58

Zunahme des Körpergewichtes.

Nr. des Versuchsthieres	1. April	3.	5.	7.	9.	11.	13.	15.	17.	18.
A	100,0	110,0	120,0	130,0	137,5	146,0	158,2	177,0	192,0	200,0
B	96,0	100,0	115,6	123,4	132,5	140,0	160,0	170,0	180,0	186,0
C	95,0	109,7	120,0	142,0	158,5	169,3	180,0	190,5	200,0	210,0
D	102,0	106,0	110,0	127,5	130,0	145,0	150,0	170,0	180,0	186,0

Wurf V.

Nummer des Versuchsthieres	Geschlecht	Körpergewicht beim Beginn d. Versuches am 3. IV. 1899	Datum der Tödtung	Körpergewicht nach der Tödtung	Zunahme des Körpergewichts	Gewicht des Felles und Darmes	Körpergewicht — Fell u. Darm	Absolutes Gewicht d. Hämoglobins im ganzen Thiere — Fell u. Darm	Hämoglobin auf 1000 g Körpergewicht berechnet
Ernährung mit Krauskohl und Milch.									
I	♂	128,0	18. IV. 1899	215,0	87,0	85,0	130,0	1,3900	10,69
Ernährung mit Krauskohl, Milch und 2 mg Eisen.									
II	♀	120,0	18. IV. 1899	210,0	90,0	80,0	130,0	1,4404	12,00

Zunahme des Körpergewichtes.

Nr. des Versuchsthieres	3. April	5.	7.	9.	11.	13.	15.	17.	18.
I	128,0	134,0	145,7	150,0	168,5	178,5	192,0	200,0	215,0
II	120,0	125,0	130,0	140,0	150,0	169,5	185,9	200,0	210,0

Tägliche Nahrungsaufnahme.

Nr. des Versuchsthieres		3. April	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
I	Mi	25	25	25	25	25	20	20	15 ccm
	K	20	20	40	50	60	70	75	80 g
II	Mi	25	25	25	25	25	20	20	20 ccm
	K	20	20	40	50	60	70	75	80 g

Nr. des Versuchsthieres		11. April	12.	13.	14.	15.	16.	17.
I	Mi	0	0	25	25	25	25	25 ccm
	K	75	75	75	75	100	110	120 g
II	Mi	15	15	25	25	25	25	25 ccm
	K	75	75	75	75	100	110	120 g

Ergebnisse.

Ein Einfluss des anorganischen Eisens auf die Zunahme des Körpergewichtes lässt sich mit Sicherheit nicht nachweisen. Die Vergleichung ist bei den Meerschweinchen auch eine sehr schwierige, indem sich die individuellen Schwankungen hier ganz besonders stark geltend machen.

Mit Ausnahme von Versuch I weisen die Eisen-Normalthiere höhere absolute Hämoglobinzahlen auf als die des Eisenzusatzes entbehrenden Versuchsthiere. Die Unterschiede sind jedoch nicht erheblich.

Die relative Hämoglobinmenge übersteigt in Versuch I, IV und V bei den Eisenthieren diejenige der anderen Versuchsthiere. In Versuch II und III ist das Umgekehrte der Fall.

Zusammenfassung der Resultate der Versuche über den Einfluss des per os in kleiner Dosis eingeführten anorganischen Eisens auf die Blutbildung.

Bei den Ratten sind sämmtliche Versuche in einem Sinne ausgefallen. Bei den Kaninchen und Meerschweinchen ist dies nicht der Fall. In Anbetracht dessen, dass die Ratten die ein-

wandsfreiesten Versuche lieferten, und dessen, dass der grössere Theil der Versuche an Kaninchen und Meerschweinchen in ihren Resultaten sich mit den bei den Ratten gefundenen decken, dürfen wohl die eclatanten Ergebnisse der Versuche an Ratten als grundlegend für die Schlussfolgerungen angesehen werden. Ich bemerke ausdrücklich, dass sich das Gesagte nur auf Versuch II bis VII an Ratten bezieht. Versuch I und VIII befanden sich unter von der Regel abweichenden Bedingungen. Die Resultate lassen sich in folgende Sätze bringen:

1. Das per os in kleiner Dosis eingeführte anorganische Eisen hat (bei beschränkter Zeit der Zufuhr) einen Einfluss auf die Wachsthumsgeschwindigkeit und zwar im Sinne einer Beschleunigung derselben.
2. Das per os in kleiner Menge zugeführte anorganische Eisen beeinflusst die Hämoglobinbildung und zwar im Sinne einer Steigerung derselben.

Auch diesem Satze ist nach Versuch I an Ratten (S. 486) die Bemerkung anzuschliessen; »bei beschränkter Zeit der Zufuhr«.

Wie diese Einflüsse des anorganischen Eisens zu erklären sind, wird sich am Schlusse der folgenden Versuchsreihen besser diskutiren lassen.

Die auf S. 510 mitgetheilen Tabellen enthalten die Durchschnittswerthe der Resultate der einzelnen Versuche.

B. Einfluss des per os eingeführten, im Hämatin enthaltenen Eisens auf die Blutbildung.

Die Versuche zur Entscheidung der gestellten Frage wurden ausschliesslich an Ratten (4 Würfe mit 36 Versuchsthieren) ausgeführt. Die Versuchsanordnung war dieselbe wie in den vorhergehenden Versuchen, nur wurde statt dem anorganischen Eisen feingepulvertes Hämatin verabreicht. Dieses wurde dem Fleische aufgestreut. Die Aufnahme desselben war stets eine vollständige. Diese Versuche stellen sich auch parallel den in

I. Versuche an Ratten.

Dauer des Versuches	Ernährung mit Fleisch, Mandeln und Milch				Ernährung mit Fleisch, Mandeln, Milch und Eisen				
	Zahl der Versuchsthiere	Zunahme d. Körpergew.	Absolute Hämoglobinmenge	Hämoglobin pro Mille des Körpergew.	Zahl der Versuchsthiere	Eisendose pro die in mg	Zunahme d. Körpergew.	Absolute Hämoglobinmenge	Hämoglobin pro Mille des Körpergew.
15. XI. 1898 — 7. I. 1899	5	82,2	0,6785	8,37	5	0,5	76,6	0,6818	8,77
19. XII. 1898 — 17. I. 1899	4	49,4	0,5837	9,80	5	0,5	48,5	0,6059	10,16
1. I. — 28. I.	4	35,7	0,3963	9,84	4	0,5	40,9	0,4960	11,20
31. I. — 20. II.	4	28,9	0,3570	9,54	4	0,5	36,2	0,4405	10,49
31. I. — 21. II.	4	31,4	0,4381	8,82	4	0,5	38,7	0,4947	9,17
31. I. — 23. II.	4	18,5	0,3116	9,94	4	0,5	25,4	0,3976	10,95
31. I. — 23. II.	3	26,1	0,3239	10,25	3	0,5	25,5	0,3579	11,78
9. III. — 1. IV.	4	21,6	0,3858	12,13	5	0,5 u. 1	21,5	0,4238	13,39

II. Versuche an Kaninchen.

Dauer des Versuches	Ernährung mit Krauskohl und Milch				Ernährung mit Krauskohl, Milch und Eisen				
	Zahl der Versuchsthiere	Zunahme d. Körpergew.	Absolute Hämoglobinmenge	Hämoglobin pro Mille des Körpergew.	Zahl der Versuchsthiere	Eisendose pro die in mg	Zunahme d. Körpergew.	Absolute Hämoglobinmenge	Hämoglobin pro Mille des Körpergew.
1899									
2. I. — 29. I.	2	496,5	3,3816	7,43	2	4	478,7	4,8227	10,10
17. III. — 7. IV.	3	295,0	3,2077	8,15	3	4	312,0	3,5816	9,07

III. Versuche an Meerschweinchen.

Dauer des Versuches	Zahl der Versuchsthiere	Zunahme d. Körpergew.	Absolute Hämoglobinmenge	Hämoglobin pro Mille des Körpergew.	Zahl der Versuchsthiere	Eisendose pro die in mg	Zunahme d. Körpergew.	Absolute Hämoglobinmenge	Hämoglobin pro Mille des Körpergew.
1899									
27. II. — 27. III.	2	119,0	1,4167	10,72	2	2	89,5	1,4058	12,08
27. » — 27. »	1	126,0	1,4622	10,22	1	2	132,0	1,4906	9,67
23. III. — 18. IV.	1	165,0	1,1249	6,42	1	2	210,0	1,2150	6,07
1. IV. — 18. IV.	2	95,0	1,3351	11,19	2	2	99,5	1,3733	11,36
3. IV. — 18. IV.	1	87,0	1,3900	10,69	1	2	90,0	1,4404	12,00

der Arbeit über die Assimilation des Eisens[1]) mitgetheilten, entsprechenden Versuchen an Ratten.

Wurf I: Geburt: 26. I. 1899. Isolirung: 19. II. 1899. Tödtung: 13. III 1899. No. I—IV erhielten Normalnahrung, No. V—VIII ausserdem 0,2 g Hämatin. Vorgesetzte Nahrung:

vom 19. II. bis 25. II. 10 ccm Milch, 5 g Fleisch und 3 g Mandeln
» 26. II. » 5. III. 10 » » 8 » » » 5 » »
» 6. III. » 13. III. 10 » » 10 » » » 5 » »

Wurf II: Geburt: 31. I. 1899. Isolirung: 24. II. 1899. Tödtung: 20. III. 1899. No. I—V erhielten Normalnahrung, No. VI—X ceteris paribus 0,2 g Hämatin. Die vorgesetzte Nahrung betrug:

vom 24. II. bis 28. II. 10 ccm Milch, 5 g Fleisch und 3 g Mandeln
» 1. III. » 7. III. 10 » » 8 » » » 5 » »
» 8. III. » 20. III. 10 » » 10 » » » 5 » »

Wurf III: Geburt: 24. II. 1899. Isolirung: 16. III. 1899. Tödtung: 4. IV. 1899. No. I—V wurden mit Normalnahrung, No. VI—X ceteris paribus mit 0,2 g Hämatin gefüttert. Vorgesetzte Nahrung:

vom 16. III. bis 20. III. 10 ccm Milch, 5 g Fleisch und 3 g Mandeln
» 21. III. » 28. III. 10 » » 8 » » » 5 » »
» 29. III. » 4. IV. 10 » » 10 » » » 5 » »

Wurf IV: Geburt: 25. II. 1899. Isolirung: 16 III. 1899. Tödtung: 7. IV. 1899. No. I—IV erhielten Normalnahrung, No. V—VIII ceteris paribus 0,2 g Hämatin. Vorgesetzte Nahrung:

vom 16. III. bis 20. III. 10 ccm Milch, 5 g Fleisch und 3 g Mandeln
» 21. III. » 30. III. 10 » » 8 » » » 5 » »
» 31. III. » 7. IV. 10 » » 10 » » » 5 » »

Die nachstehenden Tabellen geben einen Ueberblick über die erhaltenen Resultate.

Wurf I.

Nummer des Versuchsthieres	Geschlecht	Körpergewicht beim Beginn d. Versuches am 19. II. 1899	Datum der Tödtung	Körpergewicht nach der Tödtung	Zunahme des Körpergewichts	Gewicht des Felles und Darmes	Körpergewicht — Fell u. Darm	Absolutes Gewicht des Hämoglobins im ganzen Thiere — Fell u. Darm	Hämoglobin auf 1000 g Körpergewicht berechnet
Ernährung mit Fleisch, Mandeln und Milch.									
I	♀	22,0	13. III. 1899	47,5	25,5	14,0	33,5	0,3721	11,10
II	♀	23,5	13. » »	54,0	30,5	15,0	39,0	0,3001	7,69
III	♀	22,0	13. » »	51,5	29,5	15,0	36,5	0,3772	10,33
IV	♀	22,0	13. » »	57,0	35,0	16,0	41,0	0,3939	9,60

1) a. a. O. S. 265.

Nummer des Versuchsthieres	Geschlecht	Körpergewicht beim Beginn des Versuches am 19. II. 1899	Datum der Tödtung	Körpergewicht nach d. Tödtung	Zunahme des Körpergewichts	Gewicht des Felles u. Darmes	Körpergewicht — Fell u. Darm	Absolutes Gewicht d. Hämoglobins im ganzen Thiere — Fell u. Darm	Hämoglobin auf 1000 g Körpergewicht berechnet
Ernährung mit Fleisch, Mandeln, Milch und 0,2 g Hämatin.									
V	♀	22,0	13. III. 1899	55,0	33,0	15,0	40,0	0,3273	8,18
VI	♀	22,5	13. » »	55,0	32,5	15,0	40,0	0,3811	9,52
VII	♂	22,5	13. » »	53,5	31,0	14,5	39,0	0,3457	8,86
VIII	♀	22,5	13. » »	38,5	16,0	9,0	29,5	0,2977	10,09

Zunahme des Körpergewichtes.

Nr. des Versuchsthieres	19.	21.	23.	25.	27.	1.	3.	5.	7.	9.	11.	13.
	Februar					März						
I	22,0	24,0	26,0	27,0	28,0	32,0	36,0	41,0	42,0	**44,0**	47,0	47,5
II	23,5	24,0	24,5	25,0	25,5	29,0	35,0	40,0	43,0	**47,0**	51,0	54,0
III	22,0	23,0	24,0	25,0	26,0	31,0	36,0	40,5	**44,0**	45,0	48,0	51,5
IV	22,0	24,0	26,0	28,0	30,0	32,0	38,0	**46,0**	49,0	51,0	55,0	57,0
V	22,0	23,0	25,0	26,0	27,2	30,0	35,0	42,0	**44,0**	48,0	52,0	55,0
VI	22,5	24,0	26,0	27,0	28,0	30,0	35,0	42,9	**45,0**	48,0	53,0	55,0
VII	22,5	24,0	26,0	28,0	30,0	32,0	36,0	41,0	43,0	**46,0**	48,0	53,5
VIII	22,5	23,0	25,0	26,5	27,5	29,0	30,0	33,0	35,0	36,0	37,0	38,5

Wurf II.

Nummer des Versuchsthieres	Geschlecht	Körpergewicht beim Beginn d. Versuches am 24. II. 1899	Datum der Tödtung	Körpergewicht nach der Tödtung	Zunahme des Körpergewichts	Gewicht des Felles und Darmes	Körpergewicht — Fell u. Darm	Absolutes Gewicht des Hämoglobins im ganzen Thiere — Fell u. Darm	Hämoglobin auf 1000 g Körpergewicht berechnet
Ernährung mit Fleisch, Mandeln und Milch.									
I	♂	20,0	20. III. 1899	50,0	30,0	12,0	38,0	0,3600	9,47
II	♂	20,0	20. » »	54,0	34,0	14,0	40,0	0,4500	11,25
III	♀	21,0	20. » »	48,5	27,5	10,5	38,0	0,3655	9,61
IV	♀	21,0	20. » »	59,2	38,2	13,0	46,2	0,3375	7,30
V	♂	20,0	20. » »	62,0	42,0	12,0	50,0	0,4050	8,10
Ernährung mit Fleisch, Mandeln, Milch und 0,2 g Hämatin									
VI	♂	20,0	20. III. 1899	56,0	36,0	16,0	40,0	0,4218	10,54
VII	♂	21,0	20. » »	52,0	31,0	13,0	39,0	0,3825	9,80
VIII	♀	22,0	20. » »	52,0	30,0	12,0	40,0	0,3839	9,59
IX	♂	20,0	20. » »	50,0	30,0	10,0	40,0	0,4050	10,12
X	♀	20,0	20. » »	46,0	26,0	10,0	36,0	0,3539	9,83

Zunahme des Körpergewichtes.

Nr. des Versuchs-thieres	24.	26.	28.	2.	4.	6.	8.	10.	12.	14.	16.	18.	20.
	Februar			März									
I	20,0	22,0	24,0	25,0	29,0	35,0	38,0	**41,5**	43,0	45,2	47,0	48,2	50,0
II	20,0	23,0	25,0	27,5	29,0	32,0	36,5	39,4	**41,5**	44,0	49,0	53,0	54,0
III	21,0	22,0	25,0	27,0	29,5	32,0	35,0	38,0	**42,0**	46,0	47,0	48,0	48,5
IV	21,0	24,0	26,0	30,0	32,0	36,0	38,5	40,0	**44,0**	49,0	53,0	57,0	59,2
V	20,0	25,0	30,0	32,0	37,0	39,2	**40,0**	44,0	48,0	52,0	56,0	58,0	**62,0**
VI	20,0	23,0	24,5	26,0	28,0	30,0	34,0	37,0	**40,0**	45,0	49,0	54,0	56,0
VII	21,0	22,0	26,0	28,0	29,0	34,0	38,0	40,0	41,5	**44,0**	46,0	50,0	52,0
VIII	22,0	23,0	24,5	24,0	26,0	28,0	30,0	36,0	40,0	**44,0**	45,0	50,0	52,0
IX	20,0	22,0	26,0	28,0	32,0	38,0	**40,0**	42,0	43,0	46,0	47,0	49,0	50,0
X	20,0	21,5	23,0	24,0	26,0	28,0	30,0	32,0	36,0	38,0	**40,0**	44,0	46,0

Wurf III.

Nummer des Versuchsthieres	Geschlecht	Körpergewicht beim Beginn d. Versuches am 16. III. 1899	Datum der Tödtung	Körpergewicht nach der Tödtung	Zunahme des Körpergewichts	Gewicht des Felles und Darmes	Körpergewicht — Fell u. Darm	Absolutes Gewicht des Hämoglobins im ganzen Thiere — Fell u. Darm	Hämoglobin auf 1000 g Körpergewicht berechnet
			Ernährung mit Fleisch, Mandeln und Milch.						
I	♀	17,0	4. IV. 1899	47,5	30,5	12,0	35,5	0,3718	10,47
II	♀	17,5	4. » »	46,0	28,5	13,5	32,5	0,3160	9,72
III	♂	18,7	4. » »	38,5	19,8	10,0	28,5	0,2920	10,24
IV	♂	18,0	4. » »	36,0	18,0	10,0	26,0	0,2983	11,47
V	♂	17,0	4. » »	54,5	37,5	12,5	42,0	0,4139	9,73
			Ernährung mit Fleisch, Mandeln, Milch und 0,2 g Hämatin.						
VI	♀	17,0	4. IV. 1899	35,0	18,0	10,0	25,0	0,2837	11,34
VII	♂	18,7	4. » »	51,0	32,3	15,0	36,0	0,3904	10,84
VIII	♀	17,0	4. » »	54,0	37,0	15,0	39,0	0,4278	10,96
IX	♀	16,0	4. » »	42,5	26,5	12,5	30,0	0,3155	10,51
X	♂	16,0	4. » »	32,0	16,0	10,0	22,0	0,2425	7,57

Zunahme des Körpergewichtes.

Nr. des Versuchsthieres	16.	18.	20.	22.	24.	26.	28.	30.	1.	3.	4.
	März								April		
I	17,0	18,0	20,0	22,0	26,0	28,0	33,0	**39,0**	43,0	47,0	47,5
II	17,5	19,0	20,0	23,0	24,0	26,0	29,0	**35,0**	40.0	45,0	46,0
III	18,7	20,0	22,0	26,0	28,0	30,0	31,0	32,0	35,0	**39,0**	38,6
IV	18,0	20,0	22,0	24,0	26,0	28,0	30,0	32,0	34,0	35,0	**36,0**
V	17,0	19,0	22,0	24,0	26,0	28,0	**34,0**	39,0	44,0	**54,0**	54,5
VI	17,0	19,0	22,0	23,0	27,0	29,0	**34,0**	36,0	37,0	36,0	35,0
VII	18,7	19,0	20,0	24,0	28,0	32,0	36,0	**43,0**	47,0	49,0	51,0
VIII	17,0	19,0	22,0	26,0	28,0	33,0	**37,0**	44,0	48,0	**52,0**	54,0
IX	16,0	18,0	20,0	24,0	26,0	28,0	30,0	**32,0**	36,0	40,0	42,5
X	16,0	18,0	20,0	24,0	27,0	28,5	29,0	**32,0**	33,0	35,0	32,0

Wurf IV.

Nummer des Versuchsthieres	Geschlecht	Körpergewicht beim Beginn d. Versuches am 16. III. 1899	Datum der Tödtung	Körpergewicht nach der Tödtung	Zunahme des Körpergewichts	Gewicht des Felles und Darmes	Körpergewicht — Fell u. Darm	Absolutes Gewicht des Hämoglobins im ganzen Thiere — Fell u. Darm	Hämoglobin auf 1000 g Körpergewicht berechnet
			Ernährung mit Fleisch, Mandeln und Milch.						
I	♀	22,0	7. IV. 1899	47,5	25,5	12,0	35,5	0,4236	11,91
II	♂	24,0	7. » »	68,5	44,5	18,5	50,0	0,4760	9,52
III	♀	21,0	7. » »	61,0	40,0	18,0	43,0	0,3731	8,67
IV	♂	20,0	7. » »	66,0	46,0	18,5	47,5	0,4300	9,05
			Ernährung mit Fleisch, Mandeln, Milch und 0,2 g Hämatin.						
V	♂	23,0	7. IV. 1899	42,0	19,0	10,5	31,5	0,3709	11,77
VI	♀	22,5	7. » »	38,5	16,0	10,0	28,5	0,3430	12,03
VII	♀	23,0	7. » »	63,0	40,0	18,0	45,0	0,4569	10,15
VIII	♀	21,5	7. » »	50,5	29,0	11,0	39,5	0,4435	11,22

Zunahme des Körpergewichtes.

Nr. des Versuchsthieres	16.	18.	20.	22.	24.	26.	28.	30.	1.	3.	5.	7.
	März								April			
I	22,0	22,0	24,0	26,0	26,5	27,0	28,0	29,0	32,0	39,0	46,0	47,5
II	24,0	26,0	28,0	30,0	32,0	34,0	39,0	46,0	**48,0**	54,0	61,0	68,5
III	21,0	23,0	25,0	27,0	31,0	34,0	36,0	40,0	**42,0**	48,0	56,0	61,0
IV	20,0	24,0	28,0	32,0	36,0	37,0	**40,0**	45,0	49,0	52,0	**60,0**	66,0
V	23,0	24,0	25,0	26,0	28,0	32,0	34,0	36,0	37,0	38,0	39,0	42,0
VI	22,5	23,0	24,0	26,0	27,0	29,0	33,0	35,0	36,0	37,2	38,5	38,5
VII	23,0	26,0	28,0	30,0	33,0	34,0	39,0	44,0	**50,0**	54,0	58,0	63,0
VIII	21,5	22,0	23,0	25,0	26,0	30,0	35,0	**42,0**	46,0	47,0	48,0	50,5

Ergebnisse.

Auf die Zunahme des Körpergewichtes übte das im Hämatin enthaltene Eisen keinen Einfluss aus.

Die absolute Hämoglobinmenge ist bei beiden Versuchsreihen dieselbe.

Die relativen Hämoglobinzahlen lassen ebenfalls keinen Einfluss des im Hämatin enthaltenen Eisens auf die Hämoglobinbildung erkennen.

Die nachstehende Tabelle gibt die Durchschnittswerthe der Resultate der einzelnen Versuche wieder.

Versuche an Ratten.

Dauer des Versuchs	Ernährung mit Fleisch, Mandeln und Milch				Ernährung mit Fleisch, Mandeln, Milch und Hämatin				
	Zahl der Versuchs-thiere	Zunahme d. Körpergew.	Absolute Hämoglobin-menge	Hämoglobin pro Mille des Körpergew.	Zahl der Versuchsthiere	Dose d. Hämatin pro die in g	Zunahme d. Körpergew.	Absolute Hämoglobin-menge	Hämoglobin pro Mille des Körpergew.
1899									
19. II. — 13. III.	4	30,1	0,3608	9,68	4	0,2	28,1	0,3379	8,58
24. » — 20. »	5	34,3	0,3836	9,14	5	0,2	30,6	0,3894	9,98
16. III. — 4. IV.	5	26,8	0,3384	10,32	5	0,2	25,9	0,3319	10,24
16. » — 7. »	4	39,0	0,4257	9,79	4	0,2	26,0	0,4036	11,29

Schlussfolgerungen.

Bevor ich auf die Schlussfolgerungen, welche sich aus den Versuchsresultaten ergeben, eingehe, möchte ich zuerst die in den drei innig zusammenhängenden Arbeiten »Die Resorption des Eisens»[1]), »Die Assimilation des Eisens«[2]) und »Die Beziehungen des Eisens zur Blutbildung« gefundenen Hauptresultate im Zusammenhang in Form von Sätzen wiedergeben.

Die Versuche über die Resorption des Eisens ergaben:

1. Das per os verabreichte, anorganische Eisen wird (auch in kleiner Dose) resorbirt.

1) Diese Zeitschrift 1900, Bd. 39 Heft 1 S. 147 u. 150.

2) a. a. O. S. 246 u. 268.

2. Das in Form von Hämoglobin und Hämatin per os verabreichte Eisen wird resorbirt.

3. Die in der Normalnahrung enthaltenen complicirten Eisenverbindungen sowohl als auch das im Hämoglobin und Hämatin enthaltene Eisen, als auch das per os verabfolgte anorganische Eisen schlagen — wenigstens zum Theil — denselben Weg der Resorption ein, werden an denselben Stellen abgelagert und haben denselben Ausscheidungsweg.

4. Die Bahn, welche das in der Normalnahrung enthaltene Eisen als auch das im Hämoglobin und Hämatin gebundene Eisen, als auch das in anorganischer Form verabreichte Eisen im Thierkörper durchläuft, lässt sich durch ein und dasselbe Reagens — Schwefelammonium und Ammoniak — verfolgen.

Die Versuche über die Assimilation des Eisens und seine Beziehungen zur Blutbildung ergaben:

I. Die Zunahme des Körpergewichtes betreffend: Bei Verabreichung

a) von anorganischem Eisen zur eisenarmen Nahrung eine Vergrösserung derselben;
b) von Hämoglobin resp. Hämatin zur eisenarmen Nahrung keine Beeinflussung derselben;
c) von anorganischem Eisen zur Normalnahrung eine Vergrösserung derselben;
d) von Hämoglobin resp. Hämatin zur Normalnahrung keine Beeinflussung derselben.

II. Die absolute und relative Hämoglobinmenge betreffend: Bei Verabreichung

a) von anorganischem Eisen zur eisenarmen Nahrung eine Vermehrung derselben;

b) von Hämoglobin resp. Hämatin zur eisenarmen Nahrung eine Vermehrung derselben;
c) von anorganischem Eisen zur Normalnahrung eine Vermehrung derselben;
d) von Hämoglobin resp. Hämatin zur Normalnahrung keine Beeinflussung derselben.

Controlversuche mit reiner Normalnahrung ergaben:

Die mit Normalnahrung ernährten Thiere vermögen aus ihrer Nahrung viel mehr Eisen zu assimiliren als die mit einem anorganischen Eisenzusatz zur eisenarmen Nahrung und als die mit Hämoglobin- resp. Hämatinzusatz zur selben Nahrung gefütterten Thiere.

Zu diesen Ergebnissen ist Folgendes zu bemerken: Die gesteigerte Zunahme des Körpergewichtes unter dem Einflusse des anorganischen Eisens scheint eine zeitlich beschränkte zu sein. Es geht dies aus dem S. 486 dieser Arbeit angeführten Versuche hervor. Die Resultate der Versuche von Häusermann[1]) sprechen ebenfalls in diesem Sinne. Während sich meine Versuche über die Assimilation des Eisens in anorganischer Form als Zusatz zu eisenarmer Nahrung meist nur über je einen Monat erstreckten, dehnte Häusermann seine entsprechenden Versuche über zwei Monate aus. Vergleicht man die Zunahme des Körpergewichtes seiner Versuchsreihen mit einander, so sieht man, dass die Eisenthiere nur in Versuch I in der Zunahme des Körpergewichtes im Vorsprunge sind, in den übrigen zwei Versuchen dagegen nicht. Die Beeinflussung der Zunahme des Körpergewichtes scheint nach Versuch VIII an Ratten (diese Arbeit, S. 496) nur bei sehr kleinen Eisendosen stattzufinden. Eine grössere Eisendose hat eher einen umgekehrten Einfluss. Bei den mit Normalnahrung ernährten Versuchsthieren trat dieser genannte Einfluss des anorganischen Eisens in viel bedeutenderem Grade zu Tage als bei den mit eisenarmer Nahrung gefütterten Thieren.

1) E. Häusermann, Die Assimilation des Eisens. Zeitschr. f. physiol. Chemie 1897, Bd. 23 S. 562, 567 u. 569.

Die unter dem Einfluss des anorganischen Eisens entstandene Vermehrung der Hämoglobinmenge ist bei eisenarmer Nahrung eine ganz bedeutend geringere als bei Zusatz des gleichen Eisensalzes in gleicher Dosis zur Normalnahrung. Als Zusatz zur eisenarmen Nahrung brachte das anorganische Eisen in genannter Beziehung eine viel geringere Wirkung hervor als das Hämoglobin und ganz besonders als das Hämatin.

Aus den obigen Sätzen geht hervor, dass sich offenbar die Wirkungen des Eisens in anorganischer Form und in Form von Hämatin nicht decken. Das im Hämoglobin und Hämatin enthaltene Eisen wird jedenfalls assimilirt. Eine andere Erklärung der höheren Hämoglobinzahlen der mit eisenarmer Nahrung plus Hämoglobin resp. Hämatin ernährten Thiere ist wohl ausgeschlossen. Dass das im Hämoglobin und Hämatin enthaltene Eisen bei Normalnahrung die Hämoglobinmenge nicht vermehrte, bildet eine weitere Stütze für die Annahme einer Assimilation des Eisens in dieser Form bei sonst eisenarmer Nahrung.

Die Versuche über die Assimilation des anorganischen Eisens und seiner Beziehungen zur Hämoglobinbildung führten zu ganz unerwarteten Resultaten. Je mehr »Nahrungseisen« vorhanden war, um so grösser war der Einfluss des anorganischen Eisens auf die Hämoglobinbildung. Am geringsten war die Wirkung beim Zusatz des anorganischen Eisens zum Reis, bedeutender schon als Zusatz zur Milch, weitaus aber am hervorragendsten, wenn dasselbe der Normalnahrung zugesetzt wurde. Diese Thatsachen schliessen zwar nicht aus, dass das anorganische Eisen als Zusatz zur eisenarmen Nahrung (Reis und Milch) assimilirt worden ist, wohl aber machen dieselben eine stattgehabte Assimilation unwahrscheinlich.

Eine sichere Erklärung über die Wirkungsart des anorganischen Eisens lässt sich vorläufig nicht geben. Es lassen sich nur Hypothesen aufstellen. Im Einklang mit den bei den Versuchen mit eisenarmer Nahrung plus einem Zusatz von anorganischem Eisen erhaltenen Resultaten steht der folgende Erklärungsversuch. Es wäre denkbar, dass das anorganische Eisen

— für eine gewisse Zeit wenigstens — die Versorgung des Gewebes mit Eisen übernimmt, so dass dann das gesammte Nahrungseisen den blutbildenden Organen zur Verfügung stehen würde. Bevor ich auf einen Erklärungsversuch der Resultate der Versuche an Normalthieren übergehe, möchte ich kurz die Erfahrungen, welche die Eisentherapie zeitigte, mit denjenigen, welche ich bei meinen Versuchen sammelte, vergleichen.

In Uebereinstimmung mit den Erfahrungen der Eisentherapeuten steht die Beobachtung, dass die Zusetzung von anorganischem Eisen zur Normalnahrung eine Steigerung der Hämoglobinbildung bewirkt. Dagegen decken sich die Resultate der Versuche, ausgeführt an Ratten bei Fütterung von Normalnahrung plus Hämatin, nicht mit den angeblichen Erfolgen bei Behandlung der Chlorose mit complicirten Eisenverbindungen wie Hämogallol, Hämol, Hämatogen, Spinatol, Martol etc. Der Grund dieser einander entgegengesetzten Befunde dürfte — wenn man überhaupt aus Versuchen an Ratten auf den Menschen schliessen darf — in Folgendem zu finden sein. Bei meinen Versuchen wurde das Hämatin (Repräsentant der complicirten Eisenverbindungen) neben einer sehr eisenreichen und reichlich bemessenen Nahrung verabreicht. Wäre in der Nahrung den Versuchsthieren weniger Eisen geboten worden, als zur Bildung einer bestimmten »normalen« Hämoglobinmenge nothwendig ist, so wäre ohne Zweifel das im Hämatin enthaltene Eisen zur Erreichung des genannten Hämoglobinbestandes herangezogen worden. Dies beweisen die Versuche an Ratten bei Zusatz von Hämatin zu eisenarmer Nahrung. Die Resultate der Versuche an Ratten bei Verabreichung von Hämatin zur Normalnahrung zeigen, dass ein Zusatz von complicirten organischen Eisenverbindungen zu einer eisenreichen, an Menge genügenden Normalnahrung als Material zur Hämoglobinbildung keinen Zweck hat. Die Versuche an Ratten bei Zusatz von Hämatin zur eisenarmen Nahrung zeigen dagegen, dass, wenn die Zufuhr von Nahrungseisen aus irgend einem Grunde — z. B. mangelhafte Nahrungsaufnahme — eine ungenügende ist, complicirte organische Eisenverbindungen wie z. B. das

Hämatin als Material zur Hämoglobinbildung von Nutzen sind. Jedenfalls braucht man auf keinen Fall zum sog. »Hämatogen« (Hommel), zum Hämogallol, Hämol und wie diese Präparate alle heissen mögen, zu greifen. Dass bei genügender Normalnahrung die complicirten Eisenverbindungen keinen Einfluss auf die Hämoglobinbildung ausüben, zeigen die Erfahrungen der Kliniker, welche immer mehr und mehr zu den alten Blaud'schen Pillen zurückkehren. Zur Prüfung der Assimilation complicirter organischer Eisenverbindungen stand mir nur das Hämatin zu Gebote. Ich wählte dasselbe hauptsächlich deshalb, weil es die am leichtesten in reinem Zustande zu erhaltende complicirte Eisenverbindung ist, und dann auch, um die Angaben Cloetta's[1]) zu prüfen. Es steht aber ausser allem Zweifel, dass andere complicirte Eisenverbindungen, so das Hämatogen[2]) von Bunge, ganz zu denselben Resultaten geführt hätten. Das Ferratin[3]), welches nach den Erfahrungen der Kliniker ebenfalls eine Steigerung des Hämoglobingehaltes herbeiführen soll, ist wohl zur Gruppe der Eisensalze zu rechnen, indem dasselbe bereits im Magen eine Zerlegung erfährt. Jedenfalls darf das Ferratin nicht, wie Kündig[4]) behauptet, den complicirten organischen Eisenverbindungen der Nahrung gleichgestellt werden.

---

1) Cloetta, Ueber die Resorption des Eisens in Form von Hämatin und Hämoglobin im Magen und Darmcanale. Archiv f. exp. Path. u. Pharm. 1896, S. 69.

2) G. v. Bunge, Zeitschr. f. physiol. Chem. 1884, Bd. 9 S. 49, und C. A. Socin, In welcher Form wird das Eisen resorbirt, Zeitschr. f. physiol. Chemie 1891, Bd. 15.

3) P. Marfori, Archiv f. exp. Path. u. Pharm. 1891, Bd. 29 S. 212. — O. Schmiedeberg, Ueber das Ferratin und seine diätische und therapeutische Anwendung. Archiv f. exp. Path. u. Pharm. 1893, Bd. 33. — Filippo de Filippi, Experimentaluntersuchungen über das Ferratin von M.-S. Beiträge z. path. Anat. u. allg. Pathol. von Prof. Ziegler 1894, Bd. 16 S. 462. — P. Marfori, Sulla Ferratina. Dagli Annali di Chimica et di Farmacologia. Fascicolo di Genuaio 1894. — Bauholzer, Beobachtungen über die therapeutischen Erfolge des Ferratins. Centralbl. f. innere Med. 1894, No. 4.

4) Kündig, Ueber die Wirkung des Ferratins bei der Behandlung der Blutarmuth. Doct.-Diss. Basel 1894, S. 36.

Mit den Erfahrungen der Therapeuten deckt sich auch die Beobachtung, dass die Einwirkung des anorganischen Eisens auf die Hämoglobinbildung nur eine zeitlich beschränkte ist (vergl. Versuch I an Ratten, S. 486). v. Noorden[1]) führt in seiner Abhandlung über die Bleichsucht unter dem Titel: »Praktische Regeln für Eisentherapie« an, dass die Dauer der Eisenbehandlung eine begrenzte sein soll. Es decken sich also auch in diesem Punkte die praktischen Erfahrungen mit den Resultaten meiner Thierversuche.

Es fragt sich nun, in welcher Weise das anorganische Eisen die Hämoglobinbildung beeinflusst. Aus allen Versuchen mit Zusatz von anorganischem Eisen zur Nahrung (speciell zur eisenarmen Nahrung) geht hervor, dass das anorganische Eisen als Material zur Hämoglobinbildung nicht in Betracht kommt. Da die vorhin mitgetheilten Erfahrungen, welche ich bei meinen Versuchen sammelte, sich in Uebereinstimmung mit denjenigen der Eisentherapeuten befanden, wäre es möglich, dass das anorganische Eisen sowohl bei meinen Versuchen als bei der Chlorose in derselben Weise gewirkt hat. Die Eisenwirkung bei der Chlorose findet ihre beste Erklärung in der Annahme einer Reizwirkung des Eisens auf die blutbildenden Organe. Diese Theorie wird in neuester Zeit zum Beispiel von Noorden[2]) vertreten. Noorden schuldigt mit Immermann[3]) als Ursache der Chlorose eine mangelhafte Blutneubildung an (»plastische Adynamie und functionelle Anergie der cytogenen Apparate«). Noorden[4]) stellt folgende Sätze auf: »Das bei der

1) v. Noorden, in Nothnagels specieller Pathologie u. Therapie, Wien 1897, S. 159. v. Noorden gibt als Curdauer ca. sechs Wochen an. In hartnäckigen Fällen, sagt Noorden, würde man durch eine längere Dauer der Cur doch nicht mehr erreichen. Er empfiehlt deshalb, die Behandlung zu unterbrechen und nach einer Pause von drei bis vier Wochen von Neuem zu beginnen.

2) v. Noorden, Nothnagel, Spec. Pathologie. Wien 1897, S. 17, 152 u. 153.

3) Immermann in v. Ziemssen's Handbuch der spec. Path. u. Therapie. 1879, Aufl. 2, Bd. 13 S. 275.

4) v. Noorden, Altes und Neues über Pathologie und Therapie der Chlorose. Berl. klin. Wochenschr. 1895, No. 9.

Chlorose krankhaft darniederliegende Keimungsvermögen der blutbildenden Organe bedarf eines Anstosses, eines Reizes.« »Die im Blute circulirenden Eisensalze (medicamentöses Eisen) üben einen kräftigen Reiz auf die hämatopoetischen Zellen des Knochenmarkes aus, und das Ergebniss dieses Reizes ist Verbesserung der Blutbeschaffenheit.« Das herabgesetzte Keimungsvermögen in den hämatopoetischen Organen bewirkt, »dass dieselben die mit dem Blute ihnen zuströmenden eisenhaltigen Nucleoablumine unbenutzt vorbeigehen lassen, ähnlich wie der rhachitisch erkrankende Knorpel die reichlich vorhandenen Kalksalze und der atrophirende Muskel die Eiweisskörper unbenutzt vorbeiziehen lassen«.

Bei meinen Versuchen kann ja allerdings von keinem »darniederliegenden Keimungsvermögen der blutbildenden Organe« die Rede sein. Damit ist aber nicht ausgeschlossen, dass das Eisen nicht auch auf »normal« functionirende blutbildende Organe einen Reiz ausübt. Der genannte Erklärungsversuch lässt sich wohl auf die Resultate der Versuche der Ernährung mit Normalnahrung plus anorganisches Eisen übertragen, nicht aber ohne Weiteres auf die Resultate der Versuche bei Ernährung mit eisenarmer Nahrung plus anorganisches Eisen. Bei den kleinen Eisenmengen, die den »normal« functionirenden blutbildenden Organen der Versuchsthiere dieser letzteren Versuchsreihen zur Verfügung standen, dürften sich dieselben wohl auch ohne Reizwirkung eines Eisensalzes des gebotenen Nahrungseisens bemächtigt haben. Vielleicht wirkte in diesen Versuchen das anorganische Eisen in anderer Weise (s. S. 518 u. 519). Für die gleiche Wirkungsart des anorganischen Eisens in allen ausgeführten Versuchen (bei eisenarmer Nahrung und bei Normalnahrung) spricht vielleicht der überall zu constatirende Einfluss auf die Wachsthumsgeschwindigkeit; allein diese Wirkung des anorganischen Eisens könnte auch eine Nebenwirkung desselben sein.

Zum Schlusse möchte ich noch erwähnen, dass auch anderen Elementen eine Reizwirkung auf die blutbildenden Organe zugeschrieben worden ist, so dem Arsenik, dem Quecksilber, dem Mangan, Zink, Kupfer etc. Die Literatur über diesen Gegen-

stand findet sich angeführt in der Arbeit von Wolf: Ueber den Einfluss von Kupfer- und Zinksalzen auf die Hämoglobinbildung[1]). Ob die behauptete Wirkung dieser Elemente in der That stattfindet, lässt sich nach den vorliegenden Arbeiten nicht entscheiden. Es stehen den positiven Angaben auch solche gegenüber, welche diesen Einfluss direct bestreiten. Wolf kommt in der genannten Arbeit zum Resultate, dass dem Kupfer und dem Zink die behauptete Wirkung auf die Hämoglobinbildung nicht zukomme. Die Arbeit von Wolf darf aber nicht als entscheidend angesehen werden. Erstens ist die Zahl der Versuche zu klein und ausserdem sind die Versuche keine einwandsfreien. Es erhielten die Versuchsthiere neben der eisenarmen Nahrung plus einem Kupfer- resp. Zinksalz noch ein Eisenpräparat (!) (Hämalbumin Dahmen) und zwar, um »die normale Hämoglobinbildung zu ermöglichen (!)«. Wolf hätte doch zuerst den Nachweis leisten sollen, dass ohne den Zusatz dieses Eisenpräparates die Hämoglobinbildung geringer gewesen wäre. Von den mitgetheilten Resultaten kommt den relativen Hämoglobinzahlen keine Bedeutung zu, indem vom Endgewicht des Thierkörpers nur das Gewicht des Felles, nicht aber die sehr variable Kothmenge abgezogen wurde. Es wäre von Interesse, die Frage nach dem etwaigen Einfluss dieser Metallsalze auf die Blutbildung zu entscheiden. Am besten würden die Versuche den S. 486 u. f. mitgetheilten analog ausgeführt. Die Entscheidung der Frage hätte natürlich mehr theoretisches als praktisches Interesse.

---

1) Wolf, Dissert. Marburg 1898.

Ueber die Wirkung fluorescirender Stoffe auf Infusorien.

Von

Oscar Raab.

Im Verlaufe seiner Untersuchungen: »Ueber die Wirkung von Phenylchinolinen und Phosphinen auf niedere Organismen« hat Herr Prof. Dr. H. v. Tappeiner[1]) die überraschend starke Wirkung der Phosphine auf Infusorien entdeckt. Im Anschluss daran hatte er die Güte, mir im Wintersemester 1897/1898, gelegentlich meiner Bitte um eine Promotionsarbeit, die Bearbeitung der Frage zu überlassen: »Wie verhalten sich das dem Phosphin chemisch so nahestehende Akridin und verschiedene Derivate desselben in dieser Beziehung?« Der damaligen Jahreszeit entsprechend, waren die Lichtverhältnisse sehr wechselnd, und diesem glücklichen Umstande verdanke ich wohl zum grossen Theile die erhaltenen, merkwürdigen Resultate, deren Verwerthung mir mein hochverehrter Lehrer, Herr Professor Dr. v. Tappeiner, in entgegenkommendster Weise gestattete.

Der oben erwähnten Aufgabe entsprechend, kam zunächst zur Untersuchung:

Salzsaures Akridin von der Constitutionsformel:

$$C_6H_4\left\langle \begin{matrix} N \\ | \\ CH \end{matrix} \right\rangle C_6H_4$$

---

1) Archiv f. klin. Med. 1895, Bd. 56.

Die Reaction der salzsauren Akridinlösung war neutral.

»Akridin ist eine tertiäre Base; es findet sich im Steinkohlentheer und bildet die Stammsubstanz einiger Farbstoffe: Chrysanilin, Phosphin, Benzoflavin etc. Es ist durch eine intensiv reizende Wirkung auf Epidermis und Schleimhäute, sowie durch die grünblaue Fluorescenz seiner verdünnten Salzlösungen charakterisirt.«

Die mit diesem Körper angestellten Untersuchungen waren in erster Linie analog denen des Herrn Prof. Dr. v. Tappeiner und des Herrn Dr. Grethe.[1]) Als Versuchsthier diente nämlich wieder das Paramaecium caudatum, welches in alter Weise mit Muschelfuss cultivirt wurde, während als Versuchsform wieder der feuchte Kammerversuch, also die Untersuchung im hängenden Tropfen, gewählt wurde.

Durch einige kleine Maassregeln kann man sich diese Untersuchungen bedeutend erleichtern.

So tritt z. B. sehr leicht der unangenehme Fall ein, dass die zu untersuchenden Tropfen sich über das ganze Glas zertheilen. Diese Fehlquelle vermeidet man am besten dadurch, dass man die Tropfen senkrecht und zwar etwa aus einer Entfernung von 2 cm auf das Gläschen bläst, da grössere Entfernung leicht die, gegen mechanische Insulte empfindlichen, Paramäcien, schädigt. Ebenso ist bei Versuchen, welche grössere Zeit in Anspruch nehmen, auf einen sorgfältigen Abschluss der feuchten Kammer durch Fett zu achten. Vorgelegte Kupfersulfatlösung muss klar und in planparallele Platten eingeschlossen sein. Für die Cultur der Paramäcien haben grosse Kolbengläser den Vorzug, dass die Anlage neuer Culturen nicht so oft nöthig ist, und dass man, da die Thiere sich immer in der Nähe des Wasserspiegels ansetzen, die Gläser bloss bis fast zum Rande zu füllen braucht, um die Paramäcien bequem und in Masse herausnehmen zu können. Was endlich die Eigenschaften dieser Thiere anbetrifft, so ist zu erwähnen, dass todte Paramäcien nach unten sinken, vielleicht auf Grund einer Zunahme ihres Gewichtes. Der Tod selbst tritt in verschiedener Weise ein; meist tritt Zellinhalt aus, zuweilen findet aber auch lediglich starke Granulirung und Zerfall statt.

Diese Versuche ergaben zunächst folgende Resultate:

Lösung 1 : 1000 tödtete die Paramäcien sofort, Lösung 1 : 5000 in 25—30 Minuten, Lösung 1 : 10000 in 30—80 Minuten. Die analoge Bestimmung der Zeit für 1 : 20000 machte Schwierigkeiten. Die beiden ersten Versuchsserien gingen nämlich wider

---

1) Ueber die Wirkung verschiedener Chininderivate auf Infusorien. Archiv f. klin. Med. 1895, Bd. 56.

Erwarten in meiner Abwesenheit zu Grunde; die dritte Serie ergab ebenfalls kein einheitliches Resultat.

Im Nachstehenden sind dieselben angegeben:

24. XI. 1897.

I.	angesetzt	1 h	30',	todt	vor	3 h
II.	»	»	»	»	»	»
III.	»	»	»	»	»	»
IV.	»	»	»	»	»	»

also todt vor $2^1/_2$ Stunden.

25. XI. 1897.

I.	angesetzt	1 h,	todt	vor	2 h	45'
II.	»	»	»	»	»	»
III.	»	»	»	»	»	»
IV.	»	»	»	»	»	»

also todt vor 105 Minuten.

Dagegen

25. XI. 1897.

I. angesetzt 3 h 45', gesund noch um 6 h, sterb. erst b. Besichtig. am 26. XI. früh
II. » » » » » » » » » » » » » » »
III. » » » » » » » » » » » » » » »
IV. » » » » » » » » » » » » » » »

also mehrere Stunden gesund.

Merkwürdiger Weise hatte eine Wiederholung ebenfalls keinen Erfolg.

26. XI. 1897.

I.	angesetzt	10 h	30',	todt	vor	1 h 12'
II.	»	»	»	»	»	»
III.	»	»	»	»	»	»
IV.	»	»	»	»	»	»

also wieder vor $2^1/_2$ Stunden getödtet.

Da diese grossen Unterschiede eigenthümlicher Weise immer in Gruppen und zwar immer zu denselben Tageszeiten auftraten, so gaben sie die Veranlassung zu nachstehenden, an einem sonnigen Tage gemachten Versuchen, deren Princip das Folgende ist:

Vier ganz gleiche Versuche werden zu gleicher Zeit angesetzt. Der eine Versuch wird in diffusem Tageslicht gehalten, der zweite in gedämpftem Lichte, der dritte und vierte im Dunkeln. Es ergab sich nun

29. XI. 1897.

I. angesetzt 11 h 45' belichtet, um 1 h 7' getödtet.
II. » » » gedämpft. Licht, um 1 h 7' träg, um 2 h 22' todt.
III. » » » im Dunkeln, » » » gesund, » » ges., u. 4 h 55 ges.
IV. » » » » » » » » » » » » » » » »

Die Versuche wurden wiederholt.

30. XI. 1897.

I. angesetzt 12 h 37′ belichtet, um 1 h 12′ todt.

II. » » » gedämpftes Licht, um 1 h 12′ etwas träg, um 2 h 40′ wie 1 h 12′ jetzt belichtet, 3 h todt.

III. angesetzt 12 h 37′ im Dunkeln, um 1 h 12′ gesund, um 2 h 40′ gesund, 4 h 30′ gesund.

IV. angesetzt 12 h 37′ im Dunkeln, um 1 h 12′ gesund, um 2 h 40′ gesund, 4 h 30′ gesund.

Aus der Uebereinstimmung dieser und noch weiterer ganz analoger Versuche mit denen vom 29. XI. 1897 ergibt sich:

Die Einwirkung des Tageslichtes hat bei den obigen Versuchen einen grossen und zwar schädlichen Einfluss.

Die Grösse dieses Einflusses stellen weitere Versuche folgendermassen fest:

Es tötet salzsaure Akridinlösung 1 : 20000 (je nach Intensität des Lichtes) bei zerstreutem Lichte in ca. 60 Minuten, bei Sonne bisweilen schon in 6 Minuten, während die Paramäcien, vorausgesetzt, dass der Versuch sorgfältig gegen Verdunstung geschützt wird, im Dunkeln noch nach 100 Stunden am Leben sind, so dass also hier die Akridinlösung mit einem bis zu 1000-fachen Unterschiede wirkt.

Diesem höchst auffälligen Verhalten gegenüber liegt der Gedanke nahe, dass vielleicht nur gewöhnliche physikalische Vorgänge, wie Verdunstung und Luftdruckerhöhung in der feuchten Kammer durch Erwärmung, die Ursache der Differenz sein könnten.

Wie es sich mit dieser Möglichkeit verhält, lässt sich aus folgenden Versuchen entnehmen:

Statt der feuchten Kammer benutzte ich kleine Glasröhrchen von etwa 3 cm Höhe und etwa $^1/_2$ cm innerem Durchmesser. In diesen Röhrchen gibt man mehrere (etwa 6 oder 12) Tropfen Paramäcien-Cultur und hierauf die gleiche Zahl Tropfen einer Akridinlösung 1 : 20000 zu einem Versuche zusammen, wobei man die einzelnen Tropfen am Rande der Röhrchen behutsam hinableitet und zuletzt mit einem Platindraht mischt. Sodann

werden die Röhrchen verkorkt, in ein grösseres Gefäss mit Wasser versenkt und belichtet. Steigt die Temperatur des Wassers erheblich, so muss dasselbe erneuert werden. Statt dieses Wärmeentzuges durch Leitung kann man auch die Wärmestrahlen von vorneherein durch Vorlegen einer 10 cm dicken Schicht conc. Kupfersulfatlösung ausschalten. Bei beiden Versuchsanordnungen ist Verdunstung und Erwärmung des Versuches ausgeschlossen.

Die Resultate dieser Controllversuche beweisen, dass in der That die Einwirkung des Tageslichtes die Wirkung der Akridinlösung 1 : 20 000 auf das Hundert- bis Tausendfache steigert.

Da sich in der Literatur weder ein ähnlicher Vorgang erwähnt, noch eine Erklärung für diese gewiss auffällige Erscheinung fand, wurde dieselbe in stetigem Gedankenaustausch mit Herrn Prof. Dr. v. Tappeiner von mir näher untersucht und zu diesem Zwecke festzustellen versucht:

A. Ursache der beobachteten Erscheinung?

B. Wirksame Strahlen?

C. Nähere Vorgänge dabei?

D. Kommt die Erscheinung auch im Thierkörper vor?

A. Als Ursache können wohl nur drei Möglichkeiten aufgestellt werden:

I. Einwirkung der Akridinlösung auf das Licht,
II. Einwirkung des Lichtes auf die Paramäcien,
III. Einwirkung des Lichtes auf die Akridinlösung.

Das Verhalten der Paramäcien passt auf alle drei Fälle:

Während nämlich die Thiere in gewöhnlichem Wasser meist in steter, gleichmässiger Bewegung sind, stehen sie in Akridinlösungen 1 : 20 000, wenn der Versuch bereits über 24 Stunden dauert, nicht immer, aber oft, ruhig, gleichsam ermattet, in der Lösung. Bringt man sie jetzt an's Licht, so werden sie in Bälde unruhig, fangen an sich zu bewegen und schiessen bereits nach kurzer Zeit hastig hin und her. Lässt man das Licht noch weiter einwirken, so verlieren die Bewegungen ihre

Coordination, werden unsicher, gleichsam taumelnd, und es tritt der Tod ein. Bringt man dagegen die Tiere in's Dunkel zurück, so beruhigen sie sich nach und nach wieder, vorausgesetzt, dass die Belichtung nicht zu lang war und in Folge dessen der Tod doch eintritt.

Da sich also aus dem mikroscopischen Befunde ein Schluss nicht ziehen lässt, so blieb nur übrig, die drei erwähnten Möglichkeiten der Reihe nach in Betracht zu ziehen.

Die erste Möglichkeit:

Einwirkung der Akridinlösung auf das Licht, so dass es für Paramäcien schädlich wird, könnte darin bestehen, dass entweder

1. das Licht in irgend einer Weise so polarisirt wird, dass es diese toxische Wirkung übt, oder
2. die Akridinlösung Strahlen absorbirt, welche für die Lebensthätigkeit der Paramäcien unentbehrlich sind, oder
3. die nach Abzug der absorbirten Strahlen bleibende Strahlenmischung den Paramäcien schädlich ist.

Was diese drei Einwirkungen anbelangt, so konnte ich zunächst eine Polarisation in kalt gesättigter Lösung von salzsaurem Akridin nicht nachweisen. Ebenso wenig ist die zweite Annahme zutreffend; denn die Paramäcien vermögen auch im Dunkeln recht wohl zu leben, und dass überhaupt keine der drei Möglichkeiten vorliegt, beweist folgender Versuch:

In der Mitte eines Gläschens von 9,0 cm Durchmesser wird ein Glasröhrchen mit Paramäcien mittelst Drahtes versenkt und in das Gläschen Akridinlösung in der Concentration 1 : 20000, bei späteren Versuchen in solcher bis zu 1 : 500 eingegossen. Belichtet man nun das Ganze beständig, so befinden sich die Paramäcien selbst nach einer Woche noch vollkommen wohl, trotzdem nunmehr kein Licht zu ihnen dringen kann, ohne vorher die Akridinschicht passirt zu haben. (Natürlich müssen gegen grössere Temperatursteigerung Vorsichtsmassregeln getroffen sein.)

Nachdem also diese Resultate den Beweis liefern, dass eine Einwirkung der Akridinlösung auf das Licht nicht der Grund der fraglichen Differenz ist, käme vielleicht in Betracht.

Die zweite Möglichkeit:

Einwirkung des Lichtes auf die Paramäcien.

Zwar ergeben Versuche, dass Paramäcien an und für sich durch Licht und zwar sogar durch Sonnenlicht nicht geschädigt werden, immerhin aber könnte dieser Schaden indirekt verursacht werden. Etwas Derartiges wäre z. B. der Fall, wenn der Stoffwechsel der Paramäcien unter dem Einfluss des Lichtes erhöht würde. So gibt Adduco[1]) an, dass hungernde Tauben, im Dunkeln gehalten, 24 Tage am Leben blieben, im Hellen dagegen bereits vor dem 15. Tage zu Grunde gingen[2]), und es steht ja fest, dass eine geringe Steigerung der Lebensthätigkeit, speciell eine erhöhte Oxydation, unter dem Einfluss des Lichtes eintritt. Da nun aber diese Lichtwirkung dann auch bei jedem analogen Versuche mit Paramäcien vorhanden sein müsste, so handelt es sich bloss darum, festzustellen, ob wirklich jede andere auf Paramäcien toxisch wirkende Substanz durch Belichtung eine ähnliche Steigerung ihrer toxischen Wirksamkeit erfährt.

Zu diesem Zwecke wurden untersucht:

salzs. Methylphosphin 1 : 300000 und 1 : 500000;
Chinin sulf. 1 : 1000; 1 : 10000;
Morphin hydr. 1 : 50;
salzs. Phenylchinaldin 1 : 1000; 1 : 10000; 1 : 15000; 1 : 20000; 1 : 25000;
Strychninum nitr. 1 : 100; 1 : 200; 1 : 900; 1 : 10000.

Zunächst hatte sich Folgendes ergeben:

Salzsaures Methylphosphin und Chinin wirkten auf die Versuche mit der feuchten Kammer sowohl bei Sonnenlicht als bei zerstreutem Tageslicht analog dem Akridin ein. Dagegen hatte auf die feuchten Kammerversuche mit Morphin, Strychnin und Phenylchinaldin Sonnenlicht grossen, zerstreutes Tageslicht gar keinen Einfluss, während die schon einmal erwähnten Controllversuche mit Glasröhrchen auch bei Sonnenlicht keine Steigerung der Wirksamkeit zeigten. Dazwischen gingen sowohl die belichteten, als die im Dunkeln gehaltenen Glasröhrchenversuche in einigen Minuten zu Grunde.

---

1) Fortschritte der Thierchemie 1889, S. 359.

2) Wohl weil sie in diesem zu lebhafteren Bewegungen angeregt werden und dadurch der Stoffverbrauch ein grösserer wird.

Bei den damaligen ungünstigen Witterungsverhältnissen waren fast 200 Versuche nöthig, um diese widersprechenden Resultate aufzulösen. Es zeigte sich aber zuletzt doch, dass einerseits dem unmotivirt raschen Tod der Paramäcien in den Glasröhrchen mechanische Insulte, nämlich zu rasches Mischen mit dem Platindraht und Schütteln der Glasröhrchen, zu Grunde lagen, andererseits die Ursache für die Differenz zwischen den, von der Sonne belichteten, feuchten Kammerversuchen und den analogen Glasröhrchenversuchen darin bestand, dass durch die Wärmestrahlen eine Verdunstung und dadurch eine erhöhte Concentration des feuchten Kammerversuches bewirkt wurde. Beides ist durch Vorsicht und durch Vorlage concentrirter Kupfersulfatlösung leicht zu vermeiden.

Es ergab sich aus diesen Versuchen, dass eine Einwirkung des Tageslichtes auf den Versuch vorhanden ist beim Methylphosphin und Chinin. Bei dem ersteren ungefähr in der gleichen Stärke wie beim Akridin, bei dem letzteren nur in so geringem Maasse, dass es weniger geeignet ist, einen selbständigen Beweis zu bilden, als vielmehr ein brauchbares Glied in einer Kette von Beweisen abzugeben. Dagegen ist die Einwirkung des Lichtes und zwar sogar des Sonnenlichtes auf die Versuche mit Morphin, Phenylchinaldin und Strychnin ohne jeden Einfluss. Aus diesem zweiten Resultate folgt also, dass eine Einwirkung des Lichtes auf die Paramäcien nicht vorliegt.

Einige dieser Versuche folgen im Nachstehenden, wobei jedoch zu beachten ist, dass es sich bei denselben, wie auch später wieder, eben immer weniger um Zeitangaben als um die Feststellung gehandelt hat, ob überhaupt das Licht eine Einwirkung hat oder nicht.

Morphin hydr. 1 : 50.

I.	angesetzt 4 h 0′	belichtet,	gesund 5 h 37′
II.	» 3 » 42′	»	viele todt 5 h 42′
III.	» » »	»	» » » »
IV.	» » »	dunkel,	» » » »
V.	» » »	»	» » » »

Strychnin nitr.

1 : 100	I. 11 h 49′, todt 11 h 51′	1 : 10 000	
1 : 200	I. 12 » 17′ » 12 » 20′		I. 3 h belicht., ges. 6 h
	II. » » » » »		II. » » » »
1 : 900	I. 3 h 27′ belicht., todt 3 h 37′		III. » dunkel » »
	IV. » » dunkel, » » »		IV. » » » »

Salzsaures Phenylchinaldin.

1 : 30 000 ohne Einwirkung auf Paramäcien, ebenso 1 : 25 000.

Verdünnung						
1 : 15 000	I.	angesetzt	11 h 47′	belichtet,	todt	11 h 51′
	II.	»	» »	»	»	11 h 52′
	III.	»	» »	dunkel,	»	» »
	IV.	»	» »	»	»	11 h 53′
	V.	»	11 h 56′	belichtet,	»	12 h 2′
	VI.	»	12 h 47′	dunkel,	»	12 h 53′

1 : 10 000 I. angesetzt 2 h 12′, todt 2 h 15′

Verdünnung						
1 : 20 000	I.	»	2 h 45′	belichtet,	todt	3 h 25′
	II.	»	» »	dunkel,	»	» »
	III.	»	» »	»	»	» »
	IV.	»	» »	»	»	» »

Methylphosphin: 1 : 500 000

tödtet bei zerstreutem Licht in 30 Minuten bis zwei Stunden, während im Dunkeln die Paramäcien 100 Stunden am Leben zu erhalten sind, z. B.:

I.	angesetzt	3 h 43′	belichtet,	todt	4 h 28′
II.	»	» »	»	»	» »
III.	»	» »	»	»	» »
IV.	»	» »	»	»	» »
V.	»	4 h 49′	»	sterbend	5 h 45′
VI.	»	» »	»	»	» »
VII.	»	5 h 10′	dunkel, gesund noch nach 4 Tagen, todt am 5.		

Chinin. sulf.

Verdünnung					
1 : 1 000	I.	2 h 27′	belichtet,	todt	2 h 30′
	II.	» »	»	»	» »
	III.	» »	dunkel,	»	2 h 32′
1 : 10 000	I.	2 h 50′	belichtet,	todt	3 h 5′
	II.	» »	»	»	» »
	III.	» »	dunkel,	»	4 h
	I.	3 h 40′	belichtet,	todt	4 h
	II.	» »	»	»	4 h 25′
	III.	» »	dunkel,	»	4 h 40′

Nachdem es sich also weder um eine Einwirkung der Akridinlösung auf das Licht, noch um eine Einwirkung des Lichtes auf die Paramäcien handelt, bleibt nur noch

Die dritte Möglichkeit:

Einwirkung des Lichtes auf die Akridinlösung.

Welcher Art diese Einwirkung wäre, lässt sich nicht so ohne Weiteres sagen. Zunächst könnte man jedenfalls denken,

dass Umsetzungen im Spiele waren, welche mit der chemischen Constitution des Akridin- und des ihm verwandten Methylphosphin in Zusammenhang ständen. Die Reaction der Lösung dieser zwei Körper gibt diesbezüglich keinen Aufschluss; setzt man aber die Akridin- oder Phosphin-Lösung längere Zeit dem Sonnenlichte aus und untersucht man sie dann im Dunkeln auf ihre Wirksamkeit gegen Paramäcien, so zeigen beide absolut keine Steigerung ihrer toxischen Eigenschaften. Wenn man ferner einen Akridinversuch 1 : 20000 bis zu beginnender Lähmung der Paramäcien belichtet, dann aber in's Dunkele bringt, so erholen sich, wie schon oben bemerkt, die Paramäcien wieder. Aus diesen beiden Versuchen geht also hervor, dass die Steigerung der toxischen Wirkung, welche Belichtung den Akridin- und Phosphin-Lösungen verleiht, im Dunkeln sofort wieder zu Verlust geht, und daraus ergibt sich, dass eine gewöhnliche chemische Umsetzung hier nicht zu Grunde liegen kann.

Allerdings könnte es sich trotzdem immer noch um die Bildung eines vergänglichen Reactionsproductes handeln. Dies wäre z. B. der Fall, wenn unter dem Einfluss der Lichtwellen eine, dem Chemiker vielleicht unbekannte, Gasentwicklung stattfände. Was diese Möglichkeit anbelangt, war einmal Ozon mittelst Jodkali Stärkekleisterpapier nicht nachzuweisen, demgemäss auch kein Wasserstoffsuperoxyd, wie es sich nach Arth. Richardson[1]) in durch Sonnenlicht sterilisirtem Harn und nach demselben Autor[2]) und später Dieudonne[2]) auf Agarplatten entwickelt.

In der That lässt es sich auch unschwer feststellen, dass es sich nicht um eine Gasentwicklung handeln kann.

Wenn man nämlich ein Gefäss mit schmalem Hals mit Akridinlösungen z. B. von der Concentration 1 : 1000, 1 : 10 000, 1 : 20000 füllt und mit einem Gläschen verschliesst, auf dessen Unterseite man Paramäcien bringt, so kann man das Ganze ruhig der Wirkung des Lichtes aussetzen, ohne deshalb die Paramäcien in irgend einer Weise zu schädigen. Damit stimmt es überein, dass eine belichtete Akridinlösung 1 : 500 im Gährungssaccharometer keine einzige Gasblase entwickelt.

Ebenso wenig liegen Oxydationsvorgänge etwa in der Weise zu Grunde, dass das Akridin den Sauerstoff der feuchten Kammer an sich reissen würde und die Paramäcien in Folge dessen einfach ersticken müssten. Setzt man nämlich die Paramäcien gleichzeitig im offenen Tropfen und in der feuchten Kammer den Wirkungen einer Akridinlösung 1 : 20000 unter Lichtzutritt

1) Fortschritte der Thierchemie von Maly, Bd. 23 S. 638.

2) Bacteriologische Diagnostik, Lehmann u. Neumann. II., S. 43.

aus, so müssten die offenen Versuche, weil sie der umgebenden Luft leicht wieder Sauerstoff entnehmen könnten, zum Mindesten bedeutend später zu Grunde gehen als diejenigen in der feuchten Kammer. Das ist aber nicht der Fall.

Z. B.				
I.	angesetzt 2 h 55′,	todt 4 h 20′	} offener Tropfen
II.	» » »	» » »	
III.	» 3 h 5′	» 4 h 24′	} feuchte Kammer.
IV.	» » »	» » »	

Im Einklange damit ergaben Reactionen auf Oxydationsvorgänge mittelst Guajatinctur und Terpentinöl, deren Wirksamkeit vorher geprüft wurde, ein negatives Resultat.

Dem gegenüber hatte die bisherige Untersuchung zweierlei festgestellt, dass nämlich einerseits nicht alle Körper auf den Einfluss der Lichtwellen reagiren wie das Akridin, und dass andererseits Methylphosphin und in schwachem Maasse Chinin wirken analog dem Akridin. Aus diesen zwei Resultaten folgt also:

I. dass das Akridin eine specielle Eigenschaft besitzt, welche z. B. Morphin, Phenylchinaldin und Strychnin nicht haben, und dass

II. diese specielle Eigenschaft dem Akridin, Phosphin und in geringem Maasse dem Chinin gemeinsam ist.

Gemeinsam aber haben diese drei Körper zwei Eigenschaften, nämlich Absorption und Fluorescenz.

Was zunächst die Absorption anbetrifft, so kommt hier natürlich sofort das physikalische Gesetz in Betracht:

»Ein Strahl kann bloss dann eine, sei es eine chemische, sei es eine andere Wirkung ausüben, wenn er absorbirt wird.«

Daraus folgt unmittelbar, dass Licht, welches diejenigen Strahlen nicht besitzt, welche die Akridinlösung 1 : 20000 absorbirt, die Wirkung der Akridinlösung auf die Paramäcien nicht mehr steigern darf.

In der That wirkt Licht, welches vorher eine 4,5 cm dicke Schicht von Akridin 1 : 4000 passirt hat, auf einen der schon öfters erwähnten Glasröhrchenversuche mit Akridin 1 : 20000 bereits bedeutend schwächer und, durch die gleiche Schicht Akridinlösung 1 : 500 geleitet, bei zerstreutem Lichte gar nicht

mehr, bei Sonne erst nach mehreren Stunden ein[1]), so dass offenbar die Dicke der Schicht bloss noch etwas verstärkt zu werden braucht, um jede Wirkung aufzuheben.

Es kommt also nunmehr nur noch darauf an, zu wissen, ob die blosse Absorption gewisser Strahlen genügt, um die beschriebene Wirkung zu erzeugen.

Da einerseits Ausschaltung der Wärmestrahlen die Wirkung des Lichtes auf das Akridin nicht schwächt, andererseits Chinin, welches doch die ultravioletten Strahlen absorbirt, die fragliche Erscheinung nur in ganz geringem Maasse bietet, so genügt es vollkommen, das sichtbare Spectrum in den Kreis dieser Betrachtungen zu ziehen. Gegen eine blosse Absorptionswirkung spricht nun schon von vorneherein, dass das Akridin gerade in der Concentration 1 : 20000 überhaupt nur sehr wenig absorbirt, nämlich lediglich das äusserste Ende des violetten Theiles im sichtbaren Spectrum. Ob diese Vermuthung richtig ist, zeigt Folgendes: Die sichtbaren Absorptionsgrössen des salzsauren Akridins sind bei einer Schichtdicke von 1 cm folgende:

Akridin 1 : 500 absorb.[2]) vom ultraviol. Ende bis Linie 17,5 (hellblau)
1 : 1000 » » » » » » 18,5
1 : 20000 » » » » » » 19,3

Es absorbiren nun

Ferrocyankalium[3]) 0,9% » » » » » 19

Acid. phosphomolybdenicum[3]) 1 : 10 » » » » auf einen Schimmer von hellblau

Chromsäure 1 : 1400 v. ultraviol. Ende bis Linie 15 (St. dunkelgrün).

Obwohl also diese Körper in diesen Concentrationen dieselben Strahlen absorbiren wie das Akridin und sogar noch weitere Strahlen dazu, hat weder Ferrocyankalium 5%, 2,5%, 1,7%, 0,9% noch Acid. phosphomolybdenicum 1 : 20, 1 : 100, noch Chromsäure 1 : 1900, 1 : 1800, 1 : 1400, 1 : 1200 die Wirkungsweise des Akridins.

---

1 Sonstige Versuchsanordnung wie im Fall A.
2 Spectral-Apparat von Krüss Hamburg.
3 Aeltere Lösungen.

Z. B. Ferrocyankalium 5 %.

I.	anges.	4 h 19′	belicht.,	todt	4 h 35′		I.	anges.	4 h 33′	bel.,	todt	4 h 48′
II.	»	» »	»	»	4 h 38′		II.	»	» »	»	»	» »
III.	»	» »	dunkel,	»	» »		III.	»	» »	dunk.	»	» »
IV.	»	» »	»	»	» »		IV.	»	» »	»	»	» »

Acid. phosphomolybdenicum 1 : 20.

I.	angesetzt	3 h 30′	belichtet,	gelähmt	3 h 42′
II.	»	» »	»	»	» »
III.	»	» »	dunkel,	»	» »
IV.	»	» »	»	»	» »

1 : 100 I.	anges.	3 h 48′	belichtet,	6 h d. Hälfte todt, d. H. leb.
II.	»	» »	»	» » » » » » »
III.	»	» »	»	gesund 6 h
IV.	»	» »	dunkel,	6 h wie I.
V.	»	» »	»	» » III.

Chromsäure 1 : 1900, 1 : 1800, 1 : 1400 Paramäcien belichtet und dunkel noch nach einer Stunde gesund.

1 : 1200 differirt etwas in der Zeit der Wirkung, wirkt aber ebenfalls nicht wie Akridin.

I.	anges.	2 h 57′	belicht.,	todt	3 h 17′		I.	anges.	3 h 57′	bel.,	todt	4 h 5′
II.	»	» »	»	»	» »		II.	»	» »	»	»	4 h 55′
III.	»	» »	»	»	5 h		III.	»	» »	dunk.	»	5 h 30′
IV.	»	» »	dunkel,	»	3 h 20′		IV.	»	» »	»	»	wie II.
V.	»	» »	»	»	» »							

Nachdem also aus diesen Resultaten hervorgeht, dass die Absorption den Einfluss des Lichtes auf die Versuche nicht erklärt, bleibt nur noch zur Untersuchung übrig:

Die Fluorescenz. Wenn diese die Ursache ist, so müssen auch andere fluorescirende Körper analog wirken, zu diesem Zwecke wurde das Eosin untersucht. Dieses tödtete nun

(27. VI. 1898) in Lösung 1 : 400 in zerstreutem Lichte in 15 Min. gegen 90 Min. im Dunkeln,

in Lösung 1 : 800 » » » in 15 Min. während die Tiere im Dunkeln noch nach 24 Stunden am Leben waren.

Diese Eigenschaft behielt das Eosin (NB. conform seiner Fluorescenz) derart, dass es in Lösung 1 : 40000 in zerstreutem Lichte noch vor 90 Min. tödtlich wirkte, so dass ihm also

die Eigenschaft des Akridins in erhöhtem Maasse zu eigen ist. Dieser Umstand hat auf Grund der vorausgehenden Untersuchungen zu der Ansicht geführt, dass

die Wirkung des Lichtes auf die Versuche mit Akridin, Phosphin, Chinin und Eosin auf die Fluorescenz dieser Körper gegründet ist.

Mit dieser Feststellung ist die erste Frage erledigt; es galt nunmehr, die zweite zu erforschen:

B. Welche Strahlen die beobachtete Erscheinung bewirken.

Da die meisten medicinisch wichtigen Lichtwirkungen von den sogenannten chemischen, den ultravioletten Strahlen ausgehen, wäre es möglich, dass auch hier die Wirkung an bestimmte Strahlen geknüpft wäre. Allerdings müsste davon der ultrarothe Theil des Spectrums von vorneherein ausgeschlossen werden, weil die Vorlage von conc. Kupfersulfatlösung die Wirkung des Lichtes auf die Akridinlösung nicht geschwächt hatte. Immerhin könnte aber noch ein Theil der übrigen Strahlen des Spectrums allein wirksam sein.

Zu den Versuchen hierüber wurden wieder die gleich anfangs erwähnten Glasröhrchen verwendet, denen aber 4,5 cm dicke Vorlagen gegeben wurden. Es können nun die fragliche Wirkung hervorbringen:

I. die Strahlen vom Grün incl. bis violett excl.; denn:
   Eosin und Vorlage von Akridin 1 : 500 tödtet die Paramäcien ungeschwächt rasch;

II. die violetten Strahlen; denn
   a) Akridin 1 : 20000 und Vorlage von Chinin sulf. tödtet die Paramäcien fast ungeschwächt;
   b) Akridin 1 : 20000 und Vorlage von Akridin 1 : 500 tödtet die Paramäcien nicht;

III. die ultravioletten Strahlen; denn:
   auch Chinin wirkt im Lichte stärker auf die Paramäcien als im Dunkeln.

Es können also verschiedene Strahlen wirken, also wohl vor Allem diejenigen Strahlen, welche die Fluorescenz

am stärksten erregen; in zweiter Linie sind das natürlich diejenigen Strahlen, welche am stärksten absorbirt werden. Das Maximum der Wirkung müsste dann bei Eosin im grünen, bei Akridin im violetten Theile des Spectrums liegen.

In Folge des liebenswürdigen Entgegenkommens des, leider inzwischen verstorbenen Herrn Prof. Dr. v. Lommel, sowie seines Assistenten des Herrn Dr. Fomm ist es möglich gewesen, diese Frage zu entscheiden.

Die Anordnung des Versuches war die folgende:

Als Lichtquelle diente ein Schuckert'scher Projectionsapparat von 1500 Kerzenstärke. Durch einen Spalt wurde das verwendete Licht durch eine Glaslinse und durch ein Flintprisma auf einen kleinen Tisch geleitet. Die Entfernung der Glaslinse vom Projectionsapparat betrug 60 cm, die Entfernung des Flintprismas von der Glaslinse 50 cm und die Entfernung des Tisches vom Flintprisma 160 cm.

Bei einem zweiten Versuche wurden, um mehr ultraviolette Strahlen zu erhalten, eine Quarzlinse und zwei Quarzprismen verwendet mit den entsprechenden Entfernungen $35 \times 35 \times 90$.

Auf dem kleinen Tisch wurden sodann 4 feuchte Kammerversuche mit Eosin 1 : 800 den Lichtstrahlen ausgesetzt und zwar der eine Versuch den ultrarothen, der andere den grünen, der dritte den violetten, der vierte den ultravioletten Strahlen. In der That zeigten die im grünen Licht stehenden Eosinversuche alle Stadien der Wirkung bis zum Tode lange vor den anderen.

Für das Akridin 1 : 20000 wurde dieser Beweis nicht durchgeführt, da bereits das wenigstens 4mal rascher wirkende Eosin bis zum Tode der im Maximum stehenden Versuche das erste Mal zwei, das zweite Mal vier Stunden belichtet werden musste. Es würde das also für Akridin eine 8—12 Stunden dauernde Beleuchtung nöthig machen, worauf in Anbetracht dessen, dass der Eosinversuch ohnehin blos eine Probe auf die Richtigkeit der oben angeführten Versuche bilden soll, verzichtet werden konnte.

Damit ist also auch der zweite Theil der Arbeit erledigt, so dass nunmehr die dritte Frage zu erörtern ist:

C. Nähere Vorgänge bei dieser Fluorescenzwirkung.

Bei den geringen Kenntnissen, welche wir überhaupt über Fluorescenz haben, ist es nicht merkwürdig, wenn sich diese Frage nicht so ohne Weiteres beantworten liess. Möglich wäre zunächst gewesen, dass das Fluorescenzlicht selbst die schädliche Wirkung ausüben würde. Gibt man aber Paramäcien in Glasröhrchen und befestigt man diese Röhrchen mittelst schwarzen Papiers unmittelbar hinter einem Glas mit Akridinlösungen 1 : 500 oder Eosin 1 : 800 oder 1 : 4000, so kann man die Lösungen ruhig dem Tageslichte aussetzen, und die Thiere befinden sich doch, selbst nach Verlauf von einigen Tagen noch, vollkommen wohl. Daraus folgt, dass nicht das Fluorescenzlicht selbst für Paramäcien schädlich ist, sondern die Erzeugung der Fluorescenz.

Zwar geben auch für diesen Fall die physikalischen Anschauungen über Fluorescnz keine vollständige Erklärung, immerhin aber lassen sie sich mit den Resultaten der bisherigen Untersuchungen zu einer Annahme verbinden, die durchaus nicht unwahrscheinlich erscheint.

Die für diesen Fall wichtigsten Lehren der Physik lauten, kurz zusammengestellt, folgendermaassen:

»Das von einem fluorescirenden Körper ausgestrahlte Licht ist zusammengesetzt, auch wenn das erregende Licht einfach ist. Jeder fluorescirende Körper verhält sich unter dem Einfluss des thätigen Lichtes wie ein selbstleuchtender. Man wird sich daher, da Licht in letzter Instanz stets durch schwingende Bewegungen veranlasst wird, den Vorgang so vorzustellen haben, dass das einfallende Licht einen Theil seiner Energie dazu abgibt, die Moleküle in Schwingungen zu versetzen, und dass diese ihrerseits rückwärts neue Vibrationen im Aether veranlassen, die uns als Fluorescenzlicht zur Erscheinung kommen. Manche Körper fluoresciren fest und in Lösung, z. B. Anthracen; Platyncyanmetalle fluoresciren dagegen bloss in Crystallform, umgekehrt andere Farbstoffe, z. B. Eosin, bloss in Lösung. Dabei ist die Fluorescenz oft unabhängig vom Lösungsmittel. So fluorescirt z. B. Chlorophyll blutroth in Alkohol, Aether, Benzol und Schwefelkohlenstoff. Es hängt also die Fluorescenz in den einfachsten Fällen allein ab vom chemischen Molekel, häufiger vom Einfluss deren in Vereinigung zu physikalischen Molekeln, und sogar die crystallinische Structur kann von Einfluss sein.«

Da nämlich der experimentelle Teil dieser Arbeit zu der Ansicht geführt hat, dass die Erzeugung der Fluorescenz es ist,

welche die für Paramäcien unschädlichen Akridin-, Phosphin- und Eosinlösungen für diese Thiere wieder hochgradig schädlich macht, so fragt es sich von selbst, ob diese schädliche Wirkung ein integrirender Bestandtheil jeder Fluorescenzerzeugung ist, oder ob die Fluorescenzerzeugung sich in einem anderen Falle anders, eventuell günstig, äussern kann. Für letztere Ansicht spricht von vorneherein die Rolle, welche die Lichtwellen sonst im organischen Leben spielen. In der That gibt es nun auch einen fluorescirenden Körper, der unter dem Einfluss der Lichtwellen bloss eine nützliche Wirkung ausübt, nämlich das Chlorophyll. Zwischen diesem Körper und den Akridin-, Phosphin-, Eosin- und Chinin-Lösungen bestehen nun interessante Ähnlichkeiten.

Ebenso wie nämlich die Akridin-Lösungen 1 : 20000 etc. die Paramäcien erst zu tödten vermögen, wenn Lichtwellen sie treffen, vermag das Chlorophyll, ohne das es bekanntlich im pflanzlichen Organismus keine Assimilation geben würde, erst unter dem Einfluss des Lichtes zu assimiliren und geradeso, wie die Akridin-, Phosphin- etc.-Lösungen fluoresciren, ist das Chlorophyll durch eine hochgradige, sogar in den verschiedensten Lösungsmitteln auftretende Fluorescenz ausgezeichnet.

Da nun experimentell festgestellt wurde, dass die Erzeugung der Fluorescenz der in Rede stehenden Eigenschaft der Akridin- etc.-Lösungen zu Grunde liegt, so liegt der Gedanke nahe, dass auch die Wirkung des Chlorophylls auf der Erzeugung der Fluorescenz beruht, dass daher die bei diesen Körpern spielenden Processe alle identisch sind und in Folge dessen, weil bei dem Chlorophyll die Energie der Lichtstrahlen in lebendige chemische Energie umgesetzt wird, auch die Wirkungsweise des Akridins, Phosphins, Eosins und Chinins auf diesen Umsetzungen beruht. Aus diesen Gründen liegt bei den (oben angegebenen) molekularen Schwingungstheorien der Fluorescenz die Annahme nicht fern:

dass eben fluorescirende Körper die Energie der Lichtstrahlen in lebende chemische Energie umzusetzen vermögen, natürlich wohl immer nur in chemische

Energie der Art, wie sie eben ihrer chemischen Constitution entspricht.

Diese umgesetzte chemische Energie würde dann: »bei dem Chlorophyll die Assimilation, bei dem Akridin, Phosphin, Eosin und Chinin den Tod der Paramäcien bewirken«.

Verhält sich dies in der That so, so ist eine solche Eigenschaft fluorescirender Körper gewiss auch in sonstiger Beziehung von Werth, ja vielleicht liesse sich sogar damit für das Problem der Umwandlung von Lichtwellen in elektrische Energie ein neuer Gesichtspunkt gewinnen. Jedenfalls ist diesbezüglich der Umstand interessant, dass der eine der untersuchten Körper, das Eosin, in der farbenempfindlichen Photographie bereits auf mehr empirischen Wege eine grosse Rolle spielt.

Nachdem also mit diesen Betrachtungen auch der dritte Theil der Arbeit vor der Hand erschöpft war, war nunmehr nur noch die Frage zu erörtern:

D. Kann die Fluorescenz auch im Thierkörper eine Rolle spielen?

Unter Berücksichtigung der bedeutenden Transparenz der Haut für Lichtwellen lässt sich zu diesem Punkte eine grössere Zahl merkwürdiger Thatsachen anführen.

Die interessanteste derselben, deren Kenntniss ich ganz speciell der Güte des Herrn Prof. Dr. v. Tappeiner verdanke, ist zweifellos die »Rosige Hautröthe—Buchweizenkrankheit«, über die Haubner[1]) wörtlich Folgendes angibt:

»Kommt nur bei weissen oder weissgefleckten Thieren vor, namentlich bei Schafen und Schweinen, seltener beim Rind.«

Erscheinungen: Plötzlich hervortretende Röthung und Schwellung der Haut, vornehmlich des Kopfes, bei weissen Thieren, dann der weissen Abzeichen, gemeinhin gepaart mit juckendem, schmerzhaftem Gefühle. Dabei ist ein fieberhaftes Allgemeinleiden zugegen. In gesteigerter Krankheitsbildung tritt hierzu eine Congestion

1) Krankheiten der landwirthschaftlichen Hausthiere von Dr. G. C. Haubner 1873, S. 392.

und Reizung des Gehirnes und Affection der Respirationsorgane, und hierdurch kann schon nach wenigen Stunden (8—12) der Tod bedingt werden. In geringgradigen Fällen folgt ebenso schnell Heilung.

Ursachen: Buchweizenfutter aller Art (Körner, Stroh, Stoppeln, grüner Buchweizen) in längerer Anwendung; je länger, um so sicherer und heftiger die Wirkung. Daneben die Einwirkung von Luft und Sonnenschein. Bei trübem, kühlem Wetter und im Stalle kommen keine oder nur ausnahmsweise und geringfügige Erkrankungen vor.

Behandlung: Zurückbringen der Thiere nach dem Stalle oder in den Schatten reichen meist allein aus, sonst noch Abführmittel.

NB. Schwarz angestrichene Schafe verhalten sich wie schwarze Schafe.

Das ganze klinische Bild dieser Erkrankung passt vorzüglich zu den bisher vertretenen Anschauungen; pathologische Erscheinungen des menschlichen Körpers lassen sich ihm anreihen. Unter diesen wäre zunächst zu erwähnen: das Erythema solare, welches nach Raynaud[1]) und Hammer[2]) fast ausschliesslich durch die Einwirkung des Sonnenlichtes entsteht. Dem Erythema solare schliesst sich an die Variola, deren Verlauf sich nach den von Lindholm[3]) in Bergen gemachten Versuchen durch farbiges Licht beeinflussen lässt. Nach Petersen[3]) war dies sogar schon im Mittelalter bekannt und erst im 18. Jahrhundert wieder in Vergessenheit geraten, da schon Gaddesden (ca. 1300) den Prinzen von Wales — sine vestigiis — von der Blatternkrankheit geheilt haben soll, indem er um sein Bett Alles roth machte.

Weiter ist an dieser Stelle die Behandlung des Lupus[4]) mit conc. Lichtstrahlen zu erwähnen, wie sie in der neuesten Zeit Finsen in Kopenhagen anwendet. Selbst an den Erfolgen der Sanatoriumsbehandlung der Tuberkulose könnte, wenn auch in

1) Therapeutische Monatshefte 1893, S. 325.
2) Virchow u. Hirsch, 1891, B. 2 S. 497.
3) » » » 1893, » 2 » 44.
4) » » » 1896, » 1 » 282.

bescheidenem Maasse, das Licht Antheil haben, zumal Orte, welche wie, z. B. Davos, schon lange empirisch für Heilstätten der Tuberkulose galten, in Folge ihrer Lage und ihrer staubfreien Atmosphäre besonders intensive Lichtstrahlungen haben und auch über die Heilung der Bauchfelltuberkulose nach Laparotomien immer noch keine rechte Uebereinstimmung herrscht.

Neben diesen allgemeinen Lichtwirkungen auf den thierischen Organismus spricht speciell für die Möglichkeit einer Fluorescenzwirkung, dass gerade die ultravioletten und violetten Strahlen, welche bei den höheren Thieren die Fluorescenz der Flüssigkeiten hervorrufen, nach Unna[1]), Wodmark[1]), Hammer[1]), Charkot[1]), Finsen[1]), Browne[1]) und anderen Autoren die wirksamen Strahlen sind.

So verhüten bei dem schon erwähnten Erythema solare Stoffe, welche die ultravioletten Strahlen abhalten, auch das Erythema solare[2]). In ähnlicher Weise ist von dem durch Buchner und Mink[3]), Arloing[4]), Ducleaux[5]) Arthur Downes[6]), Thomas P. Blunt[6]), Migneco[7]) und Andere festgestellten, hochgradig schädlichen Einfluss des Lichtes auf Mikroorganismen bekannt, dass fast nur die ultravioletten und blauen Strahlen wirksam sind. Hierzu passend geht aus den Untersuchungen von Mac. Donnell[8]), Emile Young[9]), E. Serrano Fatigati[10]) und Higginbottom[11]) hervor, dass auf die Entwickelung von Infusorien, Embryonen und Larven von Wasser-

---

1) Virchow u. Hirsch, 1893, H. 2 S. 43.
2) » » » 1891, » 2 » 497.
3) » » » 1892, » 1 » 550, 551.
4) » » » 1887, » 1 » 641, 292; 1885, H. 1 S. 312.
5) » » » 1885, » 1 » 298, 313. Maly, Fortschritte der Thierchemie 1885, S. 495.
6) Maly, Fortschritte der Thierchemie 1879, S. 393.
7) Virchow u. Hirsch, 1896, H. 1 S. 479.
8) Maly, Fortschritte der Thierchemie Bd. 9 S. 227.
9) » » » » 1892, » 371; 1880, S. 375. — Virchow u. Hirsch, 1878, S. 174.
10) Virchow u. Hirsch, 1879 H. 1 S. 153. — Maly, Fortschritte der Thierchemie 1880, S. 375.

thieren gerade das blaue und violette Licht von Einfluss und zwar hier von günstigem Einfluss ist.

Natürlich lässt sich sofort annehmen. dass eine Fluorescenzwirkung in der gleichen Stärke wie bei Akridin, Phosphin und Eosin im thierischen Organismus unter normalen Verhältnissen nicht stattfindet, weil eine derartig starke Lichtwirkung jedenfalls nicht ohne schädliche Begleiterscheinungen vor sich gehen könnte. Vielleicht könnten damit sogar die schweren Nekrosen im Zusammenhang stehen, welche nach zu intensiven Röntgenbestrahlungen beobachtet wurden.

Es könnte sich also im Thierkörper normaler Weise jedenfalls bloss um schwache Fluorescenzwirkungen handeln, und in der That zeigen alle hier in Betracht kommenden fluorescirenden Bestandtheile des Thierkörpers bloss schwache Fluorescenz. Ob diese Fluorescenz durch Krankheiten oder durch Nahrung (vgl. Buchweizenkrankheit) beeinflusst wird, wäre wichtig zu wissen.

Nach diesen Thatsachen scheint also eine Fluorescenzwirkung im Thierkörper wahrscheinlich, aber leider gelang es nicht, etwas Derartiges für Paramäcien experimentell nachzuweisen.

Zu diesem Zwecke wurde menschliches Serum verwendet, welches mit der gütigen Erlaubniss des Herrn Geheimrathes Prof. Dr. v. Ziemssen von Hrn. Privatdocenten Dr. Sittmann in liebenswürdigster Weise zur Verfügung gestellt wurde.

Es zeigte sich, dass das Serum die Paramäcien unverdünnt in 15 Minuten, mit der gleichen Menge Wasser verdünnt in 30 Minuten tödtete, ohne dass jedoch eine Einwirkung des Lichtes zu erkennen war.

Das Serum stammte von einem im Uebrigen gesunden Paralytiker, war von goldgelber Farbe, fluorescirte stark und liess keinen Geruch nach Ammoniak erkennen. Da jedoch seine starke Wirkung etwas auffällig ist, ist der Versuch vielleicht nicht als ganz einwandfrei zu bezeichnen. Allerdings beweist auch das negative Resultat nichts weiter, weil offenbar die Wirkung gerade von der fluorescirenden Substanz ausgehen muss. So tödtet z. B. mit Eosin gefärbtes Sublimat die Paramäcien im Dunkeln so

rasch wie im Hellen, weil natürlich das Sublimat längst gewirkt hat, bis die Wirkung des Eosins in Frage kommt. Welcher Bestandtheil des sehr complicirt zusammengesetzten Serums aber die Paramäcien tödtet, ist unbekannt.

Ebenso ergaben Versuche über den Einfluss der Fluorescenz auf Bacterien leider keine abschliessenden Resultate mehr.

Auf die Hefegährung, bei der sich aber der Fortbestand der Zymase anführen lässt, scheint Eosin und Akridin im Lichte nicht stärker zu wirken als im Dunkeln. Ueber die Wirkung auf Bac. pyocyaneus und Bact. coli stimmten die Resultate nicht überein. Nothwendig ist es allerdings nicht, dass sich Bacterien verhalten wie Paramäcien. Herr Dr. Gebhart, Assistent an der chirurgischen Poliklinik dahier, beschäftigt sich gegenwärtig mit dieser Frage.

Gewiss wäre es auch interessant zu prüfen, wie sich in Bezug auf Fluorescenz unser Licht percipirendes Organ, das Auge, verhält.

Bekannt ist in dieser Richtung nur wenig. Die Fovea centralis fluorescirt nicht, wohl aber die Netzhaut, in deren Fluorescenz sogar verschiedene Aenderungen auftreten; so wächst z. B. nach Zersetzung des Sehpurpurs die Fluorescenz der Netzhaut.

Leider war für derartige Untersuchungen keine Zeit mehr. Es erübrigt daher nur noch, einen kurzen kritischen Ueberblick der ganzen Arbeit zu geben.

Was zunächst die verhältnissmässig grosse Zahl der Versuche (800) betrifft, so war sie bedingt durch die difficile Natur der Paramäcien und durch die constante Ungunst der Witterung. Für die Richtigkeit der Schlussfolgerungen spricht jedenfalls, dass es einerseits am Schlusse einer Reihe von Deductionen gelungen ist, im Eosin eine Substanz zu finden, mit den Eigenthümlichkeiten des Akridins, und dass andererseits die Versuche mit dem projicirten Spectrum diejenigen Strahlen als wirksam erwiesen, welche ebenfalls auf Grund einer grösseren Zahl von Versuchen als wirksam angenommen waren.

Es haben diese Versuche daher zu folgenden Anschauungen geführt:

I. Die Einwirkung des Tageslichtes hat bei den Versuchen mit Akridin-Phosphin und Eosin einen grossen schädlichen Einfluss.

II. Dieser Einfluss beruht auf der Erzeugung der Fluorescenz.

III. Diejenigen Strahlen wirken, welche die Fluorescenz am stärksten erregen.

IV. Es ist wahrscheinlich, dass fluorescirende Körper die Energie der Lichtstrahlen in lebende chemische Energie umzusetzen vermögen.

V. Es ist wahrscheinlich, dass die Fluorescenz auch im thierischen Organismus eine Rolle spielt, jedoch nur in viel geringerer Stärke.

Zum Schlusse bleibt mir nur noch die angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Hrn. Prof. Dr. H. v. Tappeiner, dessen überaus liebenswürdiger, hochherziger Unterstützung ich in jeder Beziehung werthvolle Anregungen verdanke, und ebenso Herrn Dr. Jodelbauer, I. Assistenten am pharmakologischen Institute dahier, meinen herzlichsten Dank auszudrücken.
